institutos lactec
INOVADORES POR NATUREZA

Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce

# TOMO I – Contextualização
# Anexos
# Volume 2

Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Maio/2020

institutos lactec
INOVADORES POR NATUREZA

Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce

# TOMO I – Contextualização
# Anexos
# Volume 2

Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Maio/2020

| | |
|---|---|
| **Documento:** | Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente TOMO I – Contextualização, Anexos, Volume 2 |
| **Considerações Gerais:** | Este documento refere-se ao 2º volume de anexos do TOMO I – Contextualização, parte integrante do Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente. |
| **Contrato:** | **4500173758 – Samarco/Lactec** |
| **Solicitante:** | **Empresa:** Ministério Público Federal<br>Procuradoria da República em Minas Gerais |
| | **Endereço:** Av. Brasil, 1877 |
| | **Bairro:** Bairro Funcionários |
| | **Cidade:** Belo Horizonte/MG |
| | **CEP:** CEP 30140-007 |
| | **A/C:** Dr. José Adercio Leite Sampaio |
| | **E-mail:** joseadercio@mpf.mp.br |
| **Executante:** | Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – PR – BR<br>e-mail: leonardo.bastos@lactec.org.br<br>Divisão de Meio Ambiente<br>T + 55 (41) 3361-6882 |

**Autoria:**

Equipe Técnica do Lactec

**Emitido por:**

_____

Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.
Biólogo / CRBio 28808-07D
Meio Ambiente

**Aprovado por:**

_____

Tânia Lucia Graf de Miranda, D. Sc.
Engenheira Agrônoma / CREA RS 069105/D
Gerente de Serviços Tecnológicos e Inovação

_____

Luiz Alkimin de Lacerda, D. Sc.
Engenheiro Civil / CREA PR 155674/D
Gerente de Pesquisa e Inovação

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.

# SUMÁRIO

**ANEXOS..... 5**

ANEXO V – LAUDOS DAS ANÁLISES DE CADA UM DOS BIOMARCADORES AVALIADOS NOS PEIXES CAPTURADOS EM CADA UM DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM (COMPARTIMENTOS 1, 2, 3, 4 E 5)..... 5

# ANEXOS

## ANEXO V – LAUDOS DAS ANÁLISES DE CADA UM DOS BIOMARCADORES AVALIADOS NOS PEIXES CAPTURADOS EM CADA UM DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM (COMPARTIMENTOS 1, 2, 3, 4 E 5)

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 1 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 306,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 107,10 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 254,94 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 120,96 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,35 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,17 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 211,86 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 24,12 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 210,79 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,82 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,16 | % |
| AChE | 204,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 162,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 2 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 289,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 173,50 | mM |
| $K^+$ | 7,30 | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 53,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | ND | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 62,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 7,63 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 85,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,75 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,79 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,62 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,67 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 230,75 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 26,84 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 130,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 6,69 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 67,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,52 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,06 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,11 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,73 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,56 | % |
| AChE | 139,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 145,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 3 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 252,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 340,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 158,40 | mM |
| $K^+$ | 2,90 | mM |
| $Cl^-$ | 301,91 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 138,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 40,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 97,41 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,62 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,07 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,19 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 18,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 104,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,98 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,02 | % |
| AChE | 60,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 56,55 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 4 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 285,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 13,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 352,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 162,40 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 217,94 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,22 | mM |
| Glicose | 98,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 31,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,11 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 50,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 92,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 11,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,16 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,05 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 251,91 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 53,61 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 104,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,44 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,12 | % |
| AChE | 74,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 54,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 5 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 278,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 334,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,40 | mM |
| $K^+$ | 6,70 | mM |
| $Cl^-$ | 156,55 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 70,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 51,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | ND | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 86,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,07 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,55 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,57 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,53 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 12,09 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 263,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 20,79 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 148,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 14,56 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 70,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,50 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,68 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,88 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,70 | % |
| AChE | 120,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 171,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 6 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 160,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 293,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,30 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 205,20 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 81,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 73,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 115,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,47 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,49 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 260,11 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 21,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 59,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,16 | % |
| AChE | 67,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 111,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 7 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 281,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 265,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 136,90 | mM |
| $K^+$ | 5,40 | mM |
| $Cl^-$ | 176,71 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,94 | mM |
| Glicose | 113,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,46 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,23 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,34 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,93 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,69 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 242,60 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 24,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 155,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,51 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,77 | % |
| AChE | 119,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 189,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 8 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 253,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 13,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 276,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,60 | mM |
| $K^+$ | 6,60 | mM |
| $Cl^-$ | 132,25 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 70,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,83 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 54,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,33 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,54 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 214,12 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 332,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,76 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,43 | % |
| AChE | 125,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 145,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 9 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 262,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 288,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,10 | mM |
| $K^+$ | 2,90 | mM |
| $Cl^-$ | 143,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,84 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,51 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 126,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 19,70 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 260,49 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,61 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,96 | % |
| AChE | 53,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 54,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 10 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 257,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 21,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | 138,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 230,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,30 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 107,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | NA | % |
| AChE | 137,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 11 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 113,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 308,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,30 | mM |
| $K^+$ | 5,70 | mM |
| $Cl^-$ | 201,07 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 86,93 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 19,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,96 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,82 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 78,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,63 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,34 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 120,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,95 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,70 | % |
| AChE | 104,08 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 60,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 12 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 69,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 12,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 312,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 193,12 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,96 | mM |
| Glicose | 91,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 13,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 83,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,03 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,34 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 301,45 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 92,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 129,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,64 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,87 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,20 | % |
| AChE | 87,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 72,04 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 13 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 118,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 258,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,30 | mM |
| $K^+$ | 7,00 | mM |
| $Cl^-$ | 189,76 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 152,36 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 37,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 73,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 16,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,47 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 19,13 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 327,49 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 110,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,54 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 84,39 | % |
| AChE | 116,88 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 60,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 14 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 118,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 311,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 148,85 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 189,00 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 138,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 20,20 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 82,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,68 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,32 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 271,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 111,85 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,80 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,28 | % |
| AChE | 80,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 73,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 15 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 223,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 109,05 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 200,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,90 | mM |
| Glicose | 105,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,15 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,01 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,38 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,30 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,45 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 350,38 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,87 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,30 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,69 | % |
| AChE | 137,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 318,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 16 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 177,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 8,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 270,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,40 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 95,32 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 129,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 41,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,31 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,91 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 19,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,31 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 280,61 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 62,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 69,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,41 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,10 | % |
| AChE | 127,74 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 364,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 17 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 172,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 278,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,75 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 174,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 72,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 41,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,22 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 250,29 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,16 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 74,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,72 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,37 | % |
| AChE | 134,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 95,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 18 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 107,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 320,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 181,43 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,25 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 0,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 82,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,67 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 339,82 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 56,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,72 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 144,25 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,00 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,55 | % |
| AChE | 224,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 365,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 19 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 127,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 256,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 124,45 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 122,95 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,94 | mM |
| Glicose | 80,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 6,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 8,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 18,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,95 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,73 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 293,94 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 108,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,80 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,39 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,08 | % |
| AChE | 134,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 287,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 20 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 133,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 234,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 117,15 | mM |
| $K^+$ | 3,65 | mM |
| $Cl^-$ | 110,56 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,03 | mM |
| Glicose | 82,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 6,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,61 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,70 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 16,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,13 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 290,52 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 53,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 38,70 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 145,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,03 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,85 | % |
| AChE | 201,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 347,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 21 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 248,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,20 | mM |
| $K^+$ | 3,25 | mM |
| $Cl^-$ | 110,67 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 88,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 14,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,73 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,25 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 237,29 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 36,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 153,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,13 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 97,07 | % |
| AChE | 53,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 353,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 22 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 120,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 246,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,50 | mM |
| $K^+$ | 2,95 | mM |
| $Cl^-$ | 101,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 79,73 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,64 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 29,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 91,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 18,04 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 30,11 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 235,55 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 147,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,88 | % |
| AChE | 180,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 292,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 23 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 174,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 10,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 350,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,50 | mM |
| $K^+$ | 3,15 | mM |
| $Cl^-$ | 176,60 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 100,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 48,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,44 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 69,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,97 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 221,45 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 51,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 139,61 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,18 | % |
| AChE | 47,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 70,08 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 24 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 8,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 348,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,90 | mM |
| $K^+$ | 1,90 | mM |
| $Cl^-$ | 197,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,50 | mM |
| Glicose | 134,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 48,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 121,25 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,26 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 294,05 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 22,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,95 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 102,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,15 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,75 | % |
| AChE | 41,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 60,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 25 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 162,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 38,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 349,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 155,10 | mM |
| $K^+$ | 3,00 | mM |
| $Cl^-$ | 217,27 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,37 | mM |
| Glicose | 102,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 54,36 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,68 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,90 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,75 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,53 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,90 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 269,80 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 58,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,25 | % |
| AChE | 66,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 59,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 26 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 133,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 335,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,55 | mM |
| $K^+$ | 4,15 | mM |
| $Cl^-$ | 189,76 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 112,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,66 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 22,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,02 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 365,96 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,28 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 110,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,73 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,92 | % |
| AChE | 51,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 78,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 27 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 113,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 8,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 319,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,85 | mM |
| $K^+$ | 5,00 | mM |
| $Cl^-$ | 166,61 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,26 | mM |
| Glicose | 112,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 33,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,57 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,15 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,92 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 268,88 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 123,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,65 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,61 | % |
| AChE | 72,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 64,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 28 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 131,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 20,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 321,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,60 | mM |
| $K^+$ | 2,55 | mM |
| $Cl^-$ | 228,09 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 105,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 19,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,21 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 0,74 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 10,56 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,39 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 208,15 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 75,71 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 21,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,38 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,23 | % |
| AChE | 64,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 58,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 29 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 145,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 303,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 151,25 | mM |
| $K^+$ | 2,95 | mM |
| $Cl^-$ | 199,93 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 117,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,42 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 113,53 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,08 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 260,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,90 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,44 | % |
| AChE | 90,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 68,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 30 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 136,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 311,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 163,00 | mM |
| $K^+$ | 7,65 | mM |
| $Cl^-$ | 211,97 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 114,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 44,62 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,22 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 12,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,65 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,77 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 367,70 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 106,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 29,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 119,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,66 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,54 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,47 | % |
| AChE | 89,97 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 75,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |

| **Metodologias** |
|---|
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. |
| |
| **Legendas:** |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 31 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 118,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 14,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 241,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 255,70 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 144,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,52 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,63 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 233,66 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 16,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 142,22 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,51 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,79 | % |
| AChE | 49,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 48,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 32 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 316,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,75 | mM |
| $K^+$ | 2,80 | mM |
| $Cl^-$ | 163,23 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 131,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 26,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,80 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 14,98 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,89 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 274,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 69,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 119,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,98 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,33 | % |
| AChE | 60,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 59,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 33 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 113,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 345,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 151,95 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 206,81 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 144,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 32,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,06 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,35 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 124,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,65 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 20,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 113,71 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,66 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,94 | % |
| AChE | 55,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 53,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 34 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 136,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 276,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,55 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 164,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | 116,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,79 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 105,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,70 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,09 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,24 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 207,21 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 131,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 156,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 22,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,96 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,11 | % |
| AChE | 218,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 53,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 35 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 143,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 370,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 166,50 | mM |
| $K^+$ | 6,80 | mM |
| $Cl^-$ | 203,62 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,29 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | ND | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 78,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,52 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 10,93 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,86 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,77 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 356,26 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 42,07 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 142,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,67 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,36 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,61 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,47 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,29 | % |
| AChE | 86,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 79,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 36 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 141,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 318,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,90 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 247,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 112,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,76 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,58 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,36 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 277,65 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 99,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 113,34 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,03 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,65 | % |
| AChE | 187,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 60,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 37 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 319,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 150,40 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 183,17 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 81,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 23,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,00 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 15,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,25 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 210,88 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 70,02 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 15,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 107,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,84 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,90 | % |
| AChE | 83,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 72,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 38 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 135,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 334,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 155,40 | mM |
| $K^+$ | 5,80 | mM |
| $Cl^-$ | 210,39 | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | 88,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,04 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,96 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,01 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 240,82 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 93,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 14,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,33 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,94 | % |
| AChE | 102,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 75,68 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 39 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 328,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,35 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,36 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 216,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 146,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 114,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,51 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,94 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,18 | % |
| AChE | 37,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 78,26 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 40 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 117,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 307,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 151,10 | mM |
| $K^+$ | 7,65 | mM |
| $Cl^-$ | 184,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,22 | mM |
| Glicose | 114,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 42,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,41 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,10 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,79 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,76 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 286,52 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 136,91 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 95,65 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,74 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,74 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,60 | % |
| AChE | 154,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 65,74 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 41 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,70 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 168,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 125,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 30,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,44 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 94,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 13,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,24 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 229,62 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 135,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 149,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,72 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,35 | % |
| AChE | 102,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 67,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 42 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 331,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,20 | mM |
| $K^+$ | 9,80 | mM |
| $Cl^-$ | 142,19 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 81,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,18 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 0,53 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,06 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,27 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 169,18 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 150,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,35 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,67 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 85,96 | % |
| AChE | 82,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 45,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 43 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,24 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 57,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,05 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,55 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 209,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 56,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 148,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 114,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,73 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,83 | % |
| AChE | 65,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 89,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 44 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 90,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 300,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | ND | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,35 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 85,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,13 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,06 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,21 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 5,66 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 331,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 44,72 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 490,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 18,46 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 64,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,70 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,57 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,95 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,06 | % |
| AChE | 89,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 182,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 45 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 94,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 387,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,10 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 123,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 72,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 50,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 12,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,32 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,98 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 222,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,10 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 467,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,98 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,95 | % |
| AChE | 142,97 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 167,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 46 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 89,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 264,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,80 | mM |
| $K^+$ | 6,70 | mM |
| $Cl^-$ | 183,04 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 92,73 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 54,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 12,86 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 24,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 184,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,17 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 305,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,35 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,22 | % |
| AChE | 138,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 133,28 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 47 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 256,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,90 | mM |
| $K^+$ | 5,00 | mM |
| $Cl^-$ | 191,89 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 102,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 28,57 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,38 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,18 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 170,91 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 284,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 88,77 | % |
| AChE | 196,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 157,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 48 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 125,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 320,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,70 | mM |
| $K^+$ | 6,40 | mM |
| $Cl^-$ | 172,24 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 124,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 42,90 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 59,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 14,38 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,55 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 216,77 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,75 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 363,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 90,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,49 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,52 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,03 | % |
| AChE | 118,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 140,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 49 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 122,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 300,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 242,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 42,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,55 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,30 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,33 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 218,70 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 16,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 460,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,13 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,53 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,02 | % |
| AChE | 239,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 193,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 50 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 272,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,10 | mM |
| $K^+$ | 9,00 | mM |
| $Cl^-$ | 187,91 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 165,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 8,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 94,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 13,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,22 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,84 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 280,49 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,05 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 434,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,13 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,92 | % |
| AChE | 263,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 159,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 51 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 285,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,10 | mM |
| $K^+$ | 5,70 | mM |
| $Cl^-$ | 200,45 | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | 46,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 36,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 67,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 49,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,59 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,82 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,25 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 195,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 11,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 443,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,71 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,88 | % |
| AChE | 43,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 160,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 52 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 115,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 106,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 326,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,00 | mM |
| $K^+$ | 3,80 | mM |
| $Cl^-$ | 120,43 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 102,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 63,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,60 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,69 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,00 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 202,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 22,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 13,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,47 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,66 | % |
| AChE | 58,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 108,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 53 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 30,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 338,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,55 | mM |
| $K^+$ | 5,10 | mM |
| $Cl^-$ | 116,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,27 | mM |
| Glicose | 82,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 128,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,48 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 4,32 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 201,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 12,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 11,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,45 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,39 | % |
| AChE | 53,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 113,07 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 54 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 120,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 76,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 357,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 152,50 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 124,08 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,27 | mM |
| Glicose | 119,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 67,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,22 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 8,34 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 0,19 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 37,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 2,25 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 2,64 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,11 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 5,12 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 93,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 18,17 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 13,22 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 12,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,31 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,61 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,87 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,97 | % |
| AChE | 39,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 131,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 55 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 116,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 25,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 331,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 148,70 | mM |
| $K^+$ | 5,20 | mM |
| $Cl^-$ | 119,24 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 101,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 83,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,36 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,61 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,70 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,34 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,41 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 239,21 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 15,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,33 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,04 | % |
| AChE | 43,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 56 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 113,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 36,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,65 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 115,78 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 91,84 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 108,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 65,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,99 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 4,82 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 177,74 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 154,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,66 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,31 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,74 | % |
| AChE | 37,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 108,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 57 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 119,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 36,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 329,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,15 | mM |
| $K^+$ | 5,45 | mM |
| $Cl^-$ | 107,20 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 85,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 118,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,98 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,61 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,38 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,70 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,95 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 155,68 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,66 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 1,39 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 134,74 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,23 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,70 | % |
| AChE | 46,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 116,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 58 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 338,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 169,05 | mM |
| $K^+$ | 7,25 | mM |
| $Cl^-$ | 109,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,34 | mM |
| Glicose | 116,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 140,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,32 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 89,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,83 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 129,32 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 15,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,14 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 112,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,91 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,48 | % |
| AChE | 61,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 114,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 59 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 188,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 42,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 328,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 111,31 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 86,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 118,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,24 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 83,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,89 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,36 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 179,86 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 11,16 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 173,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,93 | % |
| AChE | 39,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 119,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 60 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 162,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 19,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 324,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,00 | mM |
| $K^+$ | 5,10 | mM |
| $Cl^-$ | 125,93 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,22 | mM |
| Glicose | 98,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 110,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,60 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 106,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,76 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,62 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,15 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 154,78 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 10,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 91,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,08 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,20 | % |
| AChE | 56,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 107,42 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 61 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 168,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 29,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 319,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 156,85 | mM |
| $K^+$ | 4,25 | mM |
| $Cl^-$ | 109,01 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 103,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 68,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 31,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 76,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,26 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,70 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 102,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 121,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,45 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,12 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,99 | % |
| AChE | 87,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 123,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 62 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 111,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 296,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 153,10 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 125,08 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 78,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 86,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,50 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,18 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,32 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 301,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 58,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,24 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,86 | % |
| AChE | 101,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 191,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 63 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 8,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 282,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,20 | mM |
| $K^+$ | 7,60 | mM |
| $Cl^-$ | 106,59 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,34 | mM |
| Glicose | 60,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 63,96 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,65 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 69,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,52 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 330,79 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,61 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 119,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,68 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,29 | % |
| AChE | 96,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 194,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 64 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 95,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 270,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,35 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 102,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 59,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,44 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,09 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,45 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 215,48 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 26,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 81,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,87 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 55,59 | % |
| AChE | 93,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 193,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 65 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 85,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 292,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 148,35 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 120,56 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 77,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 127,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,94 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,40 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,38 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,33 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 263,95 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 85,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 78,55 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,49 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,00 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,75 | % |
| AChE | 116,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 213,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 66 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 110,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 287,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,35 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 130,86 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 82,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 71,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,27 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,29 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 3,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,76 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,20 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,09 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 217,54 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 16,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,94 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 118,42 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,25 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,45 | % |
| AChE | 105,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 215,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 67 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 141,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,70 | mM |
| $K^+$ | 3,45 | mM |
| $Cl^-$ | 120,95 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 83,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 99,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,58 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 90,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,69 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 222,99 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,20 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 73,59 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,71 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,32 | % |
| AChE | 98,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 295,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 68 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 290,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,30 | mM |
| $K^+$ | 3,10 | mM |
| $Cl^-$ | 117,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 77,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 90,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,23 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 49,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,05 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,04 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 251,96 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 23,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,65 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,78 | % |
| AChE | 102,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 232,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 69 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 270,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,05 | mM |
| $K^+$ | 2,65 | mM |
| $Cl^-$ | 102,76 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,94 | mM |
| Glicose | 77,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 52,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 3,70 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 49,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,62 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 78,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 2,17 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 0,30 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,08 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,95 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 182,18 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 16,50 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 8,58 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 92,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,44 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,83 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,47 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,72 | % |
| AChE | 77,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 241,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 70 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 152,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 226,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 113,55 | mM |
| $K^+$ | 5,30 | mM |
| $Cl^-$ | 89,98 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,25 | mM |
| Glicose | 46,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 33,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,66 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 51,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 4,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,22 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,48 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 284,78 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 49,89 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 53,49 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,70 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,76 | % |
| AChE | 112,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 226,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 71 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 107,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 339,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 153,95 | mM |
| $K^+$ | 1,25 | mM |
| $Cl^-$ | 104,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,48 | mM |
| Glicose | 246,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 89,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,24 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,96 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 57,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,51 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 226,04 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,09 | % |
| AChE | 107,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 128,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 72 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 333,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,10 | mM |
| $K^+$ | 1,40 | mM |
| $Cl^-$ | 182,70 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,44 | mM |
| Glicose | 193,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 61,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 12,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,91 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,24 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 11,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 247,79 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 18,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,99 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,01 | % |
| AChE | 98,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 157,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 73 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 113,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 309,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,15 | mM |
| $K^+$ | 1,80 | mM |
| $Cl^-$ | 104,56 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,25 | mM |
| Glicose | 182,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 74,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,77 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 2,06 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 4,26 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 63,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,16 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,99 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 1,03 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,95 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,26 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 264,13 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 30,77 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 19,80 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 80,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,50 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,32 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,27 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,86 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,46 | % |
| AChE | 171,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 169,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 74 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 289,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,25 | mM |
| $K^+$ | 1,85 | mM |
| $Cl^-$ | 101,90 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 201,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 61,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,85 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,30 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,33 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 234,36 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 188,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,41 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,16 | % |
| AChE | 115,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 209,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 75 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 110,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 305,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,20 | mM |
| $K^+$ | 2,70 | mM |
| $Cl^-$ | 94,86 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,38 | mM |
| Glicose | 211,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 84,40 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,92 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,60 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,65 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 254,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,76 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 196,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,51 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,83 | % |
| AChE | 91,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 122,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 76 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 305,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 154,55 | mM |
| $K^+$ | 1,45 | mM |
| $Cl^-$ | 97,80 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 159,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 60,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,40 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,54 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,75 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,01 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 209,89 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 134,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,01 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,94 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,23 | % |
| AChE | 103,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 153,84 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 77 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 131,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 318,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 157,70 | mM |
| $K^+$ | 3,05 | mM |
| $Cl^-$ | 104,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 157,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 104,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,76 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 14,04 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 210,87 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 150,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 52,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,49 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,94 | % |
| AChE | 127,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 128,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 78 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 115,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 253,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,55 | mM |
| $K^+$ | 4,90 | mM |
| $Cl^-$ | 102,38 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 186,71 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 59,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,01 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,73 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,25 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 196,19 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 98,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,50 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,54 | % |
| AChE | 163,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 192,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 79 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 111,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,80 | mM |
| $K^+$ | 6,25 | mM |
| $Cl^-$ | 107,36 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 310,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 78,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,41 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,98 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 208,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,96 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,70 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,58 | % |
| AChE | 165,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 156,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 80 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 289,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,15 | mM |
| $K^+$ | 3,55 | mM |
| $Cl^-$ | 109,65 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 215,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 57,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,77 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,41 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 50,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,01 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,86 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 263,22 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,19 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 90,61 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,81 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,21 | % |
| AChE | 160,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 126,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 81 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 339,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 142,37 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,46 | mM |
| Glicose | 182,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,99 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,12 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,15 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 402,92 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 108,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 131,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 14,49 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,02 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,53 | % |
| AChE | 78,28 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 47,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 82 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 265,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 162,90 | mM |
| $K^+$ | 2,25 | mM |
| $Cl^-$ | 145,62 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 82,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 62,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,05 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,35 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 232,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,60 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 509,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,76 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,34 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,24 | % |
| AChE | 105,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 110,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 83 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 395,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 153,50 | mM |
| $K^+$ | 4,00 | mM |
| $Cl^-$ | 104,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,22 | mM |
| Glicose | 273,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 95,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,25 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 3,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,67 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,42 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 308,46 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,66 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 261,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,30 | % |
| AChE | 105,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 136,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 84 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 322,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 159,90 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 116,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 146,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 139,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,02 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 282,28 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 24,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 148,16 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,31 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,68 | % |
| AChE | 104,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 155,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 85 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 172,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 301,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,45 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 95,08 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,88 | mM |
| Glicose | 94,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 251,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,34 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 28,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,27 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 167,04 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 12,53 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,04 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,08 | % |
| AChE | 165,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 64,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 86 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 86,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 311,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 154,00 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 92,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 148,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 88,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,80 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,26 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,93 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 192,17 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 212,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 69,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,50 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,29 | % |
| AChE | 109,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 138,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 87 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 60,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 309,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,90 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 100,95 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 117,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 135,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,35 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,33 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,57 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 179,10 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 284,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,39 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,41 | % |
| AChE | 90,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 69,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 88 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 325,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 160,40 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 116,84 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,35 | mM |
| Glicose | 151,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 162,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,15 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 89,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,66 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,03 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 232,94 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,61 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 51,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,67 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,42 | % |
| AChE | 124,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 121,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 89 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 137,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 322,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,95 | mM |
| $K^+$ | 8,75 | mM |
| $Cl^-$ | 112,85 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 179,11 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 153,21 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,45 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,59 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 14,17 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 231,78 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 243,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,00 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,20 | % |
| AChE | 127,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 100,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 90 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 163,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 255,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 120,25 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 96,51 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | 135,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,55 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 0,76 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,97 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 54,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,96 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,18 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 5,69 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,07 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,01 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 229,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 19,04 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 9,31 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 107,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,37 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,28 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,83 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,09 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,39 | % |
| AChE | 28,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 281,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 91 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 192,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 18,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 302,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,05 | mM |
| $K^+$ | 4,10 | mM |
| $Cl^-$ | 90,09 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 209,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 134,41 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,68 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 153,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,64 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,79 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,46 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 157,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,76 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,90 | % |
| AChE | 77,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 82,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 92 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 243,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 296,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,05 | mM |
| $K^+$ | 6,10 | mM |
| $Cl^-$ | 89,00 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 190,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 200,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,70 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 147,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,47 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 213,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 115,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,03 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,09 | % |
| AChE | 65,26 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 60,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 93 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 117,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,10 | mM |
| $K^+$ | 4,00 | mM |
| $Cl^-$ | 101,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 61,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 75,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,19 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 314,53 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 131,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,59 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,25 | % |
| AChE | 47,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 285,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 94 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 284,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 287,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,55 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 112,03 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 140,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,94 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,09 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 217,01 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 108,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,45 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,55 | % |
| AChE | 143,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 252,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 95 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 275,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 239,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 114,95 | mM |
| $K^+$ | 3,55 | mM |
| $Cl^-$ | 96,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,02 | mM |
| Glicose | 76,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,80 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 14,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 34,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 355,04 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 5,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 21,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 92,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,59 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 86,60 | % |
| AChE | 121,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 267,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 96 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 219,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 128,80 | mM |
| $K^+$ | 3,00 | mM |
| $Cl^-$ | 101,11 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,89 | mM |
| Glicose | 66,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,98 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 8,28 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,74 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 22,19 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 303,47 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,99 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 20,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,38 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,82 | % |
| AChE | 105,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 25,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 97 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 119,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 253,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,40 | mM |
| $K^+$ | 2,50 | mM |
| $Cl^-$ | 89,16 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 81,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,83 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 136,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,01 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,07 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 295,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 1,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 119,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,79 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,43 | % |
| AChE | 113,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 42,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 98 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 138,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 252,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 128,55 | mM |
| $K^+$ | 2,55 | mM |
| $Cl^-$ | 99,28 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,92 | mM |
| Glicose | 65,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 20,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,60 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 75,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 113,10 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,15 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 181,74 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,54 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 138,33 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,21 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,22 | % |
| AChE | 71,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 34,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 99 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 93,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 230,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 118,25 | mM |
| $K^+$ | 2,85 | mM |
| $Cl^-$ | 93,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,91 | mM |
| Glicose | 71,21 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 19,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,10 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,10 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 149,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,35 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 201,18 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,20 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 129,56 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,83 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,54 | % |
| AChE | 92,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 34,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 100 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 114,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 244,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 120,20 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 85,59 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 51,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 43,62 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,61 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,30 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 29,46 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 332,81 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,19 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 107,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,63 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,79 | % |
| AChE | 52,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 275,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 101 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 120,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 210,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 107,40 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 72,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 67,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 70,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,91 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,50 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 255,12 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,24 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 121,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,87 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,17 | % |
| AChE | 77,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 265,53 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 102 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 234,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,65 | mM |
| $K^+$ | 3,60 | mM |
| $Cl^-$ | 94,60 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 87,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 81,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,15 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,87 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,50 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 30,37 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 246,72 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 14,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,49 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,56 | % |
| AChE | 36,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 208,74 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 103 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 117,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 246,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,00 | mM |
| $K^+$ | 3,10 | mM |
| $Cl^-$ | 101,23 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 53,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 45,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,01 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 1,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,60 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 31,30 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 256,31 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 125,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,59 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,92 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,23 | % |
| AChE | 69,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 252,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 104 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 83,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 223,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 116,05 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 81,86 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 67,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 43,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,19 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,93 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 35,42 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 284,08 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 128,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,71 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,21 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,67 | % |
| AChE | 68,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 234,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 105 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 89,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 274,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,75 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 106,86 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 101,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 30,55 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 4,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,09 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 35,09 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 313,37 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 154,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,64 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,39 | % |
| AChE | 61,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 214,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 106 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 116,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 260,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,90 | mM |
| $K^+$ | 3,40 | mM |
| $Cl^-$ | 106,18 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 91,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 41,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,59 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 55,48 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,89 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 35,13 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 149,51 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,18 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,36 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,35 | % |
| AChE | 103,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 178,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 107 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 85,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 279,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,60 | mM |
| $K^+$ | 4,35 | mM |
| $Cl^-$ | 79,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,03 | mM |
| Glicose | 82,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 177,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,55 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,97 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,68 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 271,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 199,21 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 12,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,66 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,52 | % |
| AChE | 127,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 120,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 108 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 98,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 313,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 154,55 | mM |
| $K^+$ | 4,90 | mM |
| $Cl^-$ | 96,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,37 | mM |
| Glicose | 134,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 131,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,37 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,89 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,92 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 194,94 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 184,72 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 42,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,53 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,23 | % |
| AChE | 87,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 74,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 109 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 34,68 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,58 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,76 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,72 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,52 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 245,48 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 22,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,89 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,09 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,27 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,16 | % |
| AChE | 80,53 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 326,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 110 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 93,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 298,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,15 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 92,90 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 189,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 242,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 39,01 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,48 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,30 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 16,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,61 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 298,89 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 22,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,18 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,78 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,38 | % |
| AChE | 107,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 372,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 111 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 120,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 247,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,95 | mM |
| $K^+$ | 4,55 | mM |
| $Cl^-$ | 101,72 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 89,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 74,91 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,42 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,42 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 21,30 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 250,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,95 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,38 | % |
| AChE | 83,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 119,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 112 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 114,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 269,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,40 | mM |
| $K^+$ | 6,70 | mM |
| $Cl^-$ | 106,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,51 | mM |
| Glicose | 62,88 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 225,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,34 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 162,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,26 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,12 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 234,55 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,24 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,41 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,33 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,78 | % |
| AChE | 72,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 62,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 113 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 114,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 279,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 136,60 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 102,81 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 79,57 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 21,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,20 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 57,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,86 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 232,22 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 117,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,28 | % |
| AChE | 47,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 430,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 114 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 238,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,60 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 85,76 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,13 | mM |
| Glicose | 119,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 118,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,08 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,43 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,98 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 320,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 25,10 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 20,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 140,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,05 | % |
| AChE | 49,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 267,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 115 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 237,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,90 | mM |
| $K^+$ | 3,50 | mM |
| $Cl^-$ | 91,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 95,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,81 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,75 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 0,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 47,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,29 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,49 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 31,20 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 221,35 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 21,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 19,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 105,34 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,25 | % |
| AChE | 79,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 341,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 116 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 135,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 10,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 256,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,40 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 90,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,66 | mM |
| Glicose | 57,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 30,96 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,74 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,97 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,07 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 181,32 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,85 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,25 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,00 | % |
| AChE | 57,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 127,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 117 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 115,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 270,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,20 | mM |
| $K^+$ | 6,25 | mM |
| $Cl^-$ | 97,62 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 95,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 34,19 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,89 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,52 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 255,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,24 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 5,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 10,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,97 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,60 | % |
| AChE | 71,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 227,06 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 118 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 107,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 300,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,90 | mM |
| $K^+$ | 10,00 | mM |
| $Cl^-$ | 104,35 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,33 | mM |
| Glicose | 253,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 248,02 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,74 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 73,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,17 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,13 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 242,82 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,92 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 37,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 24,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 92,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,22 | % |
| AChE | 87,53 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 330,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 119 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 114,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 224,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 129,65 | mM |
| $K^+$ | 9,10 | mM |
| $Cl^-$ | 85,98 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,13 | mM |
| Glicose | 68,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,98 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 5,80 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 51,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,07 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 70,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,67 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,14 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,36 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,04 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 8,93 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 278,54 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 34,18 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 10,23 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 76,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,27 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,23 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,68 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,24 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,78 | % |
| AChE | 275,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 266,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 120 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 238,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,60 | mM |
| $K^+$ | 5,55 | mM |
| $Cl^-$ | 111,78 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 120,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 71,20 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,68 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 88,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 21,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,20 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,60 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 185,37 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 10,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 82,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,99 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,93 | % |
| AChE | 153,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 376,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 121 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 96,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 217,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 124,60 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 129,37 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 91,67 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 13,73 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,14 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,21 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,78 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 23,28 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 265,59 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 14,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 19,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 21,82 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,08 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,18 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,33 | % |
| AChE | 36,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 327,86 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 122 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 203,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,35 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 98,26 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | 67,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,58 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 20,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 326,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 11,97 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,42 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,43 | % |
| AChE | 38,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 295,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 123 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 237,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,25 | mM |
| $K^+$ | 2,95 | mM |
| $Cl^-$ | 100,89 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,96 | mM |
| Glicose | 98,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,75 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,92 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 246,59 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 21,89 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 26,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 14,54 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 83,61 | % |
| AChE | 19,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 304,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 124 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 133,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 340,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,15 | mM |
| $K^+$ | 5,35 | mM |
| $Cl^-$ | 126,31 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 166,46 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 98,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 199,41 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 190,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,16 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,14 | % |
| AChE | 115,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 168,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 125 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 338,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 172,40 | mM |
| $K^+$ | 5,05 | mM |
| $Cl^-$ | 108,67 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 132,67 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 152,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,84 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 28,07 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 59,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,02 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 230,53 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 131,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,77 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,80 | % |
| AChE | 137,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 228,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 126 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 140,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 337,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 162,90 | mM |
| $K^+$ | 7,50 | mM |
| $Cl^-$ | 103,08 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 166,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 155,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 0,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 120,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,19 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,27 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 238,38 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 221,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,35 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,99 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,20 | % |
| AChE | 156,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 200,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 127 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 348,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 172,40 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 106,57 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 139,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 196,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 57,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,65 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,00 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 274,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 16,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 167,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,80 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,83 | % |
| AChE | 142,97 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 180,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 128 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 326,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 163,10 | mM |
| $K^+$ | 3,85 | mM |
| $Cl^-$ | 112,44 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 110,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 84,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 105,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,93 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,28 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 205,88 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 15,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 119,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,14 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 84,44 | % |
| AChE | 171,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 198,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 129 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 124,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 260,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,05 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 118,51 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,98 | mM |
| Glicose | 99,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 46,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 3,59 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,88 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 117,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,03 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,25 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,05 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,93 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 95,84 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 37,73 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 6,05 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 75,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,37 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,24 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,18 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,73 | % |
| AChE | 231,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 248,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 130 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 270,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 160,00 | mM |
| $K^+$ | 5,80 | mM |
| $Cl^-$ | 128,57 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 145,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 61,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,29 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,32 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 258,53 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,02 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,38 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,10 | % |
| AChE | 249,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 211,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 131 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 117,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 327,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 172,30 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 105,37 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 88,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,67 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,68 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 3,91 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 4,54 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 68,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,96 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,47 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,63 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 14,14 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 228,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 31,89 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 231,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 6,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 85,35 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,84 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,35 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,65 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,14 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,53 | % |
| AChE | 136,97 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 212,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 132 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 93,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 325,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 167,50 | mM |
| $K^+$ | 4,95 | mM |
| $Cl^-$ | 121,06 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,22 | mM |
| Glicose | 91,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 117,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,83 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,01 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,26 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 210,53 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 16,96 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 252,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 69,25 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,03 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,63 | % |
| AChE | 170,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 214,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 133 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 100,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 317,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 167,90 | mM |
| $K^+$ | 4,25 | mM |
| $Cl^-$ | 99,08 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 144,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 119,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,07 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,75 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,16 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,28 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 223,44 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 219,55 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,40 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,33 | % |
| AChE | 161,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 245,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 134 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 91,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,05 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 107,55 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 157,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 182,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,96 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 93,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,78 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 208,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 26,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 102,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,31 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 86,00 | % |
| AChE | 293,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 448,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 135 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 284,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,10 | mM |
| $K^+$ | 8,60 | mM |
| $Cl^-$ | 99,48 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 74,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 188,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,31 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,83 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,79 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,96 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 8,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,23 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,53 | % |
| AChE | 468,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 444,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 136 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 96,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 253,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,20 | mM |
| $K^+$ | 4,30 | mM |
| $Cl^-$ | 118,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 135,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,31 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 36,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,18 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,08 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,21 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 231,14 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 25,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 29,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,38 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,01 | % |
| AChE | 341,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 435,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 137 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 252,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 151,30 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 169,05 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,31 | mM |
| Glicose | 50,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 223,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,54 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 218,63 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 15,14 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 81,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,41 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,14 | % |
| AChE | 286,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 378,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 138 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 135,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 241,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,05 | mM |
| $K^+$ | 3,80 | mM |
| $Cl^-$ | 102,18 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,93 | mM |
| Glicose | 78,90 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 52,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,01 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 10,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 25,04 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 138,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,49 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 91,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,00 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 86,05 | % |
| AChE | 200,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 401,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 139 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 94,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 221,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,60 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 110,21 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,89 | mM |
| Glicose | 82,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 72,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,44 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 37,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,66 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 19,09 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 215,79 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 92,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,01 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,25 | % |
| AChE | 441,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 454,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 140 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 109,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 203,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 124,55 | mM |
| $K^+$ | 8,20 | mM |
| $Cl^-$ | 97,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 67,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 205,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 26,98 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,56 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 67,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 97,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,74 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,25 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,12 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 228,77 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,94 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,73 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,92 | % |
| AChE | 327,74 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 428,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 141 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 258,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,05 | mM |
| $K^+$ | 10,10 | mM |
| $Cl^-$ | 99,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 106,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 207,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,61 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,15 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 185,61 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 90,48 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 82,19 | % |
| AChE | 199,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 476,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 142 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 109,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 233,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 128,90 | mM |
| $K^+$ | 4,00 | mM |
| $Cl^-$ | 130,50 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,61 | mM |
| Glicose | 79,02 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 51,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 67,99 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 209,69 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,70 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,90 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,50 | % |
| AChE | 274,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 429,28 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 143 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 227,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,20 | mM |
| $K^+$ | 4,90 | mM |
| $Cl^-$ | 104,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,97 | mM |
| Glicose | 120,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 116,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,45 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 61,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,22 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,64 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 47,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,64 | % |
| AChE | 466,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 496,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 144 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 262,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,90 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 106,83 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 63,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 71,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,52 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,64 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,34 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,87 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 240,03 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,17 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 36,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,88 | % |
| AChE | 120,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 362,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 145 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 96,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 191,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 111,15 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 98,59 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 60,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 13,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 0,17 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,14 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,15 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 174,56 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 58,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,99 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,70 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,29 | % |
| AChE | 146,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 306,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 146 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 285,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,50 | mM |
| $K^+$ | 7,25 | mM |
| $Cl^-$ | 135,70 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 52,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 92,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,51 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 28,27 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 160,44 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 54,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,22 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,22 | % |
| AChE | 113,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 164,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 147 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 111,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 295,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,80 | mM |
| $K^+$ | 8,15 | mM |
| $Cl^-$ | 103,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,28 | mM |
| Glicose | 57,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 43,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,87 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,49 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 287,51 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,34 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 61,72 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,61 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 83,47 | % |
| AChE | 115,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 289,55 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 148 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 148,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 318,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,10 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 109,35 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,45 | mM |
| Glicose | 75,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 58,02 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,76 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,80 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,56 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 215,29 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 97,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,35 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,03 | % |
| AChE | 89,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 328,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 149 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 353,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 160,15 | mM |
| $K^+$ | 10,00 | mM |
| $Cl^-$ | 115,30 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,46 | mM |
| Glicose | 196,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 50,90 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 5,18 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 76,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,75 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,30 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,05 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,43 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 29,33 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 200,45 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 37,89 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 86,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 6,58 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 89,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,62 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,02 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,30 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,03 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,49 | % |
| AChE | 59,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 102,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 150 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 127,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 333,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 174,25 | mM |
| $K^+$ | 5,05 | mM |
| $Cl^-$ | 131,12 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 182,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 47,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,11 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,52 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 17,75 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 134,10 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 22,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 134,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 102,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,79 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,56 | % |
| AChE | 59,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 100,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 151 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 97,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 287,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 158,10 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 108,13 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,32 | mM |
| Glicose | 47,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 56,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,97 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,42 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 195,76 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 21,12 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 21,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,53 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,60 | % |
| AChE | 120,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 269,84 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 152 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 286,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,45 | mM |
| $K^+$ | 6,55 | mM |
| $Cl^-$ | 102,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | 110,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 28,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,35 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,54 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 122,17 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 0,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,22 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,10 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,87 | % |
| AChE | 410,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 421,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 153 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 242,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,30 | mM |
| $K^+$ | 7,85 | mM |
| $Cl^-$ | 97,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 98,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 19,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,92 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 157,83 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 15,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,20 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,44 | % |
| AChE | 239,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 409,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 154 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 141,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 291,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | NA | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 4,34 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 28,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 4,09 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 2,42 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 7,17 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 19,46 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 23,72 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 376,75 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 33,57 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 5,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,34 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 98,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,69 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 4,71 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,57 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,23 | % |
| AChE | 81,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 156,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 155 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 95,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 281,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 355,69 | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 6,97 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 58,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,25 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,45 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 7,51 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,66 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,65 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 281,61 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 10,63 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 15,81 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 79,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,34 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,01 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,37 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,85 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 85,78 | % |
| AChE | 566,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 302,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 156 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 88,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 306,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 185,75 | mM |
| $K^+$ | 7,35 | mM |
| $Cl^-$ | 249,39 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 53,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 36,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,46 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,62 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 211,44 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 25,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,49 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,70 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,81 | % |
| AChE | 726,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 145,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 157 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 166,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 10,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 372,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 160,80 | mM |
| $K^+$ | 7,00 | mM |
| $Cl^-$ | 227,79 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,62 | mM |
| Glicose | 104,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 39,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,24 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,97 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 83,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 3,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 20,22 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 31,85 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 164,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 74,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,27 | % |
| AChE | 205,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 151,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 158 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 48,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 386,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 176,90 | mM |
| $K^+$ | 7,65 | mM |
| $Cl^-$ | 259,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,57 | mM |
| Glicose | 81,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 70,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 9,37 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 28,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 2,06 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,79 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,90 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,89 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 22,89 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 235,42 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 25,40 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 12,87 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 93,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,33 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,52 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,18 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,93 | % |
| AChE | 283,84 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 189,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 159 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 65,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 387,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 201,75 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 239,32 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,22 | mM |
| Glicose | 71,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 56,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,77 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,31 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 172,81 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,10 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,22 | % |
| AChE | 205,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 139,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 160 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 116,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 338,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 169,50 | mM |
| $K^+$ | 4,75 | mM |
| $Cl^-$ | 242,98 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,60 | mM |
| Glicose | 85,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 63,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,92 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,73 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,86 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 207,61 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 15,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 102,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,70 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,59 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,81 | % |
| AChE | 421,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 155,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 161 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 337,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 169,65 | mM |
| $K^+$ | 7,55 | mM |
| $Cl^-$ | 232,17 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,38 | mM |
| Glicose | 81,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 104,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,55 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,10 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,55 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,90 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 349,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 24,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,45 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,61 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,83 | % |
| AChE | 361,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 209,68 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 162 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 412,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 189,95 | mM |
| $K^+$ | 5,75 | mM |
| $Cl^-$ | 256,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,40 | mM |
| Glicose | 113,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 142,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 27,81 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,48 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 14,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,09 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 23,23 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 298,41 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 62,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,91 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,93 | % |
| AChE | 137,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 185,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 163 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 299,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 192,60 | mM |
| $K^+$ | 7,30 | mM |
| $Cl^-$ | 249,07 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 74,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 95,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,94 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 203,53 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,98 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,56 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,39 | % |
| AChE | 423,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 101,55 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 164 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 87,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 365,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 192,05 | mM |
| $K^+$ | 4,95 | mM |
| $Cl^-$ | 240,13 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,28 | mM |
| Glicose | 85,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 80,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 30,40 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,94 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,06 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,46 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 439,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 104,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,67 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,87 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,87 | % |
| AChE | 134,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 178,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 165 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 84,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 402,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 187,45 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 267,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,63 | mM |
| Glicose | 75,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 104,40 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 35,37 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,05 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,86 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 114,94 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,22 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 115,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,47 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,34 | % |
| AChE | 424,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 195,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 166 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 132,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 296,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,10 | mM |
| $K^+$ | 7,90 | mM |
| $Cl^-$ | 193,68 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 78,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 80,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 160,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,93 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,02 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 262,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,67 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,77 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,00 | % |
| AChE | 361,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 280,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 167 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 117,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 10,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 315,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,25 | mM |
| $K^+$ | 7,10 | mM |
| $Cl^-$ | 221,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,03 | mM |
| Glicose | 62,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 28,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 97,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,94 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,12 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 258,10 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 27,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 120,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 81,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,42 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,33 | % |
| AChE | 124,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 265,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 168 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 300,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,95 | mM |
| $K^+$ | 3,85 | mM |
| $Cl^-$ | 193,03 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 60,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,43 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 61,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 177,91 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,92 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,22 | % |
| AChE | 131,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 294,53 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 169 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 125,00 | escore |
| MN | 0,67 | ‰ |
| ANE | 12,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,35 | mM |
| $K^+$ | 7,65 | mM |
| $Cl^-$ | 184,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 79,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 63,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 10,95 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 106,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,46 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 7,17 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,24 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 14,41 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 270,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 33,39 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 105,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 10,52 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 55,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,36 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,37 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,01 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,17 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,33 | % |
| AChE | 304,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 221,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 170 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 279,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,10 | mM |
| $K^+$ | 7,45 | mM |
| $Cl^-$ | 191,33 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,45 | mM |
| Glicose | 98,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 54,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,51 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 38,99 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 29,73 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 160,91 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 244,67 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,38 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,57 | % |
| AChE | 295,08 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 254,68 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 171 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 109,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 271,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,90 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 186,78 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 87,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 43,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,97 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,58 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 38,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 157,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,45 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,20 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,01 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 299,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 25,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 284,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,12 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,02 | % |
| AChE | 186,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 232,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 172 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 95,00 | escore |
| MN | 0,67 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,65 | mM |
| $K^+$ | 7,95 | mM |
| $Cl^-$ | 193,36 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 107,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 55,78 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 28,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 37,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 149,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,68 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,22 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 287,12 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 538,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,28 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,67 | % |
| AChE | 211,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 255,55 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 173 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 313,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,65 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 192,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | 68,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,22 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 58,87 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,98 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,43 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 145,64 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 219,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,91 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,14 | % |
| AChE | 150,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 233,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 174 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 183,00 | escore |
| MN | 1,33 | ‰ |
| ANE | 8,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 286,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,55 | mM |
| $K^+$ | 8,00 | mM |
| $Cl^-$ | 186,94 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 81,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,43 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 37,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 176,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 249,96 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 21,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 405,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,85 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,81 | % |
| AChE | 146,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 235,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 175 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 261,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,65 | mM |
| $K^+$ | 7,00 | mM |
| $Cl^-$ | 155,35 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,26 | mM |
| Glicose | 75,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 46,46 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,41 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,26 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 202,38 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,73 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,62 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 301,93 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 25,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 273,65 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 15,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 56,70 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,39 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,89 | % |
| AChE | 147,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 272,97 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 176 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 272,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 115,95 | mM |
| $K^+$ | 5,80 | mM |
| $Cl^-$ | 183,04 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,25 | mM |
| Glicose | 105,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 35,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,81 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 53,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 143,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,78 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,24 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 149,47 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,30 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 110,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,52 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 81,50 | % |
| AChE | 148,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 216,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 177 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 176,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 233,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 121,20 | mM |
| $K^+$ | 4,75 | mM |
| $Cl^-$ | 188,32 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 54,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,43 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 94,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,13 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,32 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,95 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 227,20 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,21 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,28 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,61 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,08 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,69 | % |
| AChE | 129,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 247,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 178 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 105,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 237,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,35 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 173,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,13 | mM |
| Glicose | 54,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | NA | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 99,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,07 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,31 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,09 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,81 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 213,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 29,77 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 3,68 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 68,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,33 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,71 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,17 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 83,33 | % |
| AChE | 207,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 274,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 179 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 95,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 292,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,10 | mM |
| $K^+$ | 4,55 | mM |
| $Cl^-$ | 188,16 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 67,55 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 18,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,24 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,43 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 90,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 1,38 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,24 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,80 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 15,71 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 196,37 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 21,62 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,97 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,55 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 71,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,35 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,90 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,43 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,02 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 80,12 | % |
| AChE | 189,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 313,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 180 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 105,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 248,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 124,65 | mM |
| $K^+$ | 6,30 | mM |
| $Cl^-$ | 187,35 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 71,84 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,88 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,78 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,20 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,33 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 195,59 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 21,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,83 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,54 | % |
| AChE | 214,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 284,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | SECA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 181 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 93,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 215,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 121,10 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 198,15 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 67,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 17,88 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 4,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 91,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 2,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,46 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 17,28 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 180,16 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,38 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,41 | % |
| AChE | 189,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 275,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 182 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 350,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 159,75 | mM |
| $K^+$ | 3,05 | mM |
| $Cl^-$ | 129,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,49 | mM |
| Glicose | 133,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,71 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,17 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 70,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 28,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,37 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 219,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,97 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 305,55 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 110,81 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 28,84 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,52 | % |
| AChE | 28,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 52,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 183 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 238,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,20 | mM |
| $K^+$ | 3,25 | mM |
| $Cl^-$ | 126,26 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | 96,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 92,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 21,35 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 17,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,00 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,58 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 191,26 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 146,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 29,88 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,25 | % |
| AChE | 96,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 294,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 184 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 148,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 306,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,90 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 130,33 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,52 | mM |
| Glicose | 148,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 23,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,10 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 25,62 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 266,39 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 55,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 284,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 128,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 29,73 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,30 | % |
| AChE | 114,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 39,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 185 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 188,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,50 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 182,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 99,57 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 163,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 5,30 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 11,17 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 21,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,02 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 4,06 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,52 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,19 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 172,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 47,38 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,17 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 70,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,18 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,92 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,43 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 29,43 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,07 | % |
| AChE | 66,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 56,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 186 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 287,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,05 | mM |
| $K^+$ | 5,55 | mM |
| $Cl^-$ | 153,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,33 | mM |
| Glicose | 151,84 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 132,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,20 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 29,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 55,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,66 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 10,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 23,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 178,78 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 25,83 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,32 | % |
| AChE | 95,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 121,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 187 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 110,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 246,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,70 | mM |
| $K^+$ | 9,50 | mM |
| $Cl^-$ | 108,20 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,29 | mM |
| Glicose | 138,90 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 137,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 6,48 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 196,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 18,75 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 43,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,02 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,12 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,66 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 21,81 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 244,50 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 37,53 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 533,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,69 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 61,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,21 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,91 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 27,17 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,42 | % |
| AChE | 71,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 154,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 188 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 278,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 132,20 | mM |
| $K^+$ | 5,80 | mM |
| $Cl^-$ | 171,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,25 | mM |
| Glicose | 152,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 157,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,60 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 184,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,74 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,54 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,86 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 329,75 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 54,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 117,29 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,76 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 24,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,13 | % |
| AChE | 67,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 133,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 189 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 301,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 160,10 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 259,14 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 133,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 87,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,31 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 242,54 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,72 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,31 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 193,38 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 58,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 56,82 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,45 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,71 | % |
| AChE | 52,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 142,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 190 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 119,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 276,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 156,45 | mM |
| $K^+$ | 6,80 | mM |
| $Cl^-$ | 195,66 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 105,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 94,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 2,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,92 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 12,47 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 30,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,03 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 2,20 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,18 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,76 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 28,24 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 234,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 49,30 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,81 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 70,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,28 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 2,01 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 24,14 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,54 | % |
| AChE | 102,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 86,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 191 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 205,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 12,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 279,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,35 | mM |
| $K^+$ | 5,30 | mM |
| $Cl^-$ | 159,44 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 184,19 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 70,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,44 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 76,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,48 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,99 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,86 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 129,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 49,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 200,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 16,87 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,70 | % |
| AChE | 67,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 85,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 192 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 204,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,05 | mM |
| $K^+$ | 4,15 | mM |
| $Cl^-$ | 168,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,38 | mM |
| Glicose | 150,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 46,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,95 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 7,02 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 62,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,04 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 57,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,03 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 22,55 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 9,75 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,02 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 24,28 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 345,16 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 68,12 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 237,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 8,85 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 179,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,01 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,56 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 26,33 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,09 | % |
| AChE | 49,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 97,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 193 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 202,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 315,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 154,00 | mM |
| $K^+$ | 3,10 | mM |
| $Cl^-$ | 235,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 125,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 62,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,76 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,30 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,51 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,01 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,77 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 194,64 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 61,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 206,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 24,72 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,62 | % |
| AChE | 41,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 89,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 194 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 211,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 221,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,25 | mM |
| $K^+$ | 3,25 | mM |
| $Cl^-$ | 158,87 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,98 | mM |
| Glicose | 95,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,12 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 6,60 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 3,07 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 34,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,03 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 25,23 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 7,33 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,68 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 23,92 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 192,17 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 41,59 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 502,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 3,96 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 108,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,26 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,10 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,65 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 26,83 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,80 | % |
| AChE | 59,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 68,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 195 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 213,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 279,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 114,55 | mM |
| $K^+$ | 6,70 | mM |
| $Cl^-$ | 161,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 75,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 49,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,08 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 26,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,78 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,83 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 101,68 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 49,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 25,49 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,30 | % |
| AChE | 161,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 98,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 196 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 200,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 292,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 129,60 | mM |
| $K^+$ | 4,90 | mM |
| $Cl^-$ | 140,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,63 | mM |
| Glicose | 174,91 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 154,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 25,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,46 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,93 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 199,75 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 24,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,74 | % |
| AChE | 133,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 107,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 197 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 210,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 283,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,70 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 152,29 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,28 | mM |
| Glicose | 84,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,03 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,25 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 19,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,59 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 251,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 235,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 29,30 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,41 | % |
| AChE | 39,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 43,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 198 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 229,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 287,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,35 | mM |
| $K^+$ | 2,45 | mM |
| $Cl^-$ | 140,01 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,31 | mM |
| Glicose | 117,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 33,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,06 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 88,15 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 52,94 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,50 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 228,27 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 305,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 132,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 21,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,04 | % |
| AChE | 36,06 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 83,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 199 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 98,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 222,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,05 | mM |
| $K^+$ | 5,20 | mM |
| $Cl^-$ | 154,80 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 163,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,96 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,09 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 156,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 149,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,67 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,23 | % |
| AChE | 98,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 309,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 200 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 64,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,51 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 3,79 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 29,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 6,26 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 26,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,05 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 9,84 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 9,42 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,49 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 8,80 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 178,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 38,10 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,28 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 99,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,01 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,37 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,41 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 29,84 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,05 | % |
| AChE | 110,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 313,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 201 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 118,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 219,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 116,50 | mM |
| $K^+$ | 3,20 | mM |
| $Cl^-$ | 110,15 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 92,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 18,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,30 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,40 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,68 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 152,99 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,96 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,00 | % |
| AChE | 71,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 380,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 202 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 205,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 111,10 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 106,84 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 88,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 6,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 38,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,95 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 206,88 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 47,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 3,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 121,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 28,29 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,52 | % |
| AChE | 57,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 333,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 203 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 207,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 108,20 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 111,93 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 142,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,05 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 3,74 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 180,93 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 51,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 104,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,80 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 28,81 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,06 | % |
| AChE | 38,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 278,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 204 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 217,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 117,75 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 121,18 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,04 | mM |
| Glicose | 88,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 2,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,89 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 11,51 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,28 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 4,06 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 255,64 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 142,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,74 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 31,11 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,72 | % |
| AChE | 103,86 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 293,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 205 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 125,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | 111,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,56 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,81 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 226,89 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 132,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 33,84 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,10 | % |
| AChE | 171,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 331,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 206 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 141,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 292,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,35 | mM |
| $K^+$ | 6,00 | mM |
| $Cl^-$ | 221,00 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 198,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 47,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,51 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 122,01 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 11,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,34 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,73 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 304,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 54,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 363,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 122,99 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 39,46 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,18 | % |
| AChE | 96,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 93,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 207 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 166,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 297,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,75 | mM |
| $K^+$ | 2,75 | mM |
| $Cl^-$ | 129,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,33 | mM |
| Glicose | 212,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,59 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 49,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,45 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 21,89 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 167,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 203,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,85 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,50 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,93 | % |
| AChE | 45,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 82,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 208 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 209,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 198,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 101,85 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 101,67 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 175,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 46,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 20,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,39 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,02 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 269,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 48,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 141,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,51 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,51 | % |
| AChE | 37,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 276,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 209 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 88,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 227,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,85 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 123,40 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 74,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 148,28 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,98 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,99 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 170,59 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,06 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,56 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,94 | % |
| AChE | 69,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 270,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 210 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 215,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 328,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,40 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 176,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,02 | mM |
| Glicose | 93,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,28 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 248,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,95 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 22,33 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 430,02 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 54,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 201,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 128,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,60 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,74 | % |
| AChE | 49,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 60,07 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 211 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 152,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 278,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,00 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 169,68 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,39 | mM |
| Glicose | 128,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 81,20 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 273,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,02 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,88 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 212,51 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,13 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,83 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,58 | % |
| AChE | 65,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 111,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 212 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 310,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,00 | mM |
| $K^+$ | 1,20 | mM |
| $Cl^-$ | 103,63 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 128,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 78,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 140,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,66 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 295,62 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 89,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,40 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,17 | % |
| AChE | 60,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 121,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 213 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 346,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 151,45 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 135,14 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 135,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 169,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 15,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 22,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 293,47 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 52,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 248,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 131,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,81 | % |
| AChE | 36,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 69,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 214 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 147,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 328,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,15 | mM |
| $K^+$ | 3,10 | mM |
| $Cl^-$ | 147,29 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 145,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,74 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,26 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 111,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,47 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 22,56 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 375,53 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 60,19 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 530,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 177,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,13 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,30 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,07 | % |
| AChE | 57,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 64,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 215 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 345,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,35 | mM |
| $K^+$ | 5,00 | mM |
| $Cl^-$ | 139,57 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,41 | mM |
| Glicose | 125,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 96,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 84,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,87 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,27 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 24,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 342,58 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 50,14 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 20,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 125,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,59 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,74 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,03 | % |
| AChE | 57,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 91,07 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 216 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 131,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 340,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,00 | mM |
| $K^+$ | 4,50 | mM |
| $Cl^-$ | 135,38 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 72,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 51,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,21 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,66 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 127,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 54,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,83 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,83 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 431,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 64,34 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 270,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 206,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,93 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,00 | % |
| AChE | 75,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 56,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 217 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 160,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 339,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,60 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 126,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 105,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 33,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,11 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,56 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 90,76 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 47,26 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,49 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 331,70 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 54,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 256,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 155,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,14 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,24 | % |
| AChE | 50,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 64,26 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 218 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 125,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 313,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,75 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 154,33 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 141,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 33,62 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 22,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 349,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 211,70 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 143,02 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,77 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,54 | % |
| AChE | 51,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 70,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 219 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 359,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,70 | mM |
| $K^+$ | 2,45 | mM |
| $Cl^-$ | 143,06 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 112,19 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 49,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,53 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 155,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 24,88 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 268,31 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,24 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 247,06 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 109,95 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,44 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,99 | % |
| AChE | 52,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 65,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 220 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 109,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 345,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,55 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 123,16 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 132,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 45,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,33 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,85 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 90,22 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 45,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 17,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,08 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 23,90 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 515,96 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 62,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 154,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,57 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,62 | % |
| AChE | 70,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 67,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 221 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 373,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,25 | mM |
| $K^+$ | 3,00 | mM |
| $Cl^-$ | 111,23 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 125,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 17,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,02 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 68,67 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 45,87 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,56 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,16 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 320,02 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 49,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 205,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 148,06 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,98 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,64 | % |
| AChE | 20,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 74,97 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 222 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 111,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 268,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,75 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 133,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 20,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 32,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,47 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,79 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 224,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 21,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 141,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,29 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,47 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,72 | % |
| AChE | 57,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 258,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 223 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 250,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 123,00 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 93,49 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 138,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 30,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,31 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,61 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 50,07 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,45 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 262,89 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,16 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,74 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 29,00 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,18 | % |
| AChE | 191,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 339,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 224 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 252,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 338,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 155,75 | mM |
| $K^+$ | 4,90 | mM |
| $Cl^-$ | 127,19 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 70,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 23,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,84 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,44 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 218,19 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 61,41 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 186,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 18,27 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,05 | % |
| AChE | 141,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 119,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 225 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 335,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 168,00 | mM |
| $K^+$ | 7,80 | mM |
| $Cl^-$ | 172,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 81,36 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 28,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,63 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,03 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,25 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 7,22 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 68,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,16 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,85 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,57 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,36 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 18,77 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 153,23 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 40,76 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,12 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 74,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,77 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 4,07 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,93 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 20,44 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,59 | % |
| AChE | 214,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 114,08 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 226 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 142,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 99,60 | mM |
| $K^+$ | 3,60 | mM |
| $Cl^-$ | 81,57 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,76 | mM |
| Glicose | 52,05 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 6,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,61 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,76 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 37,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,95 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,28 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,64 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 36,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 191,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 11,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,28 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,78 | % |
| AChE | 230,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 87,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 227 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 317,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 163,30 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 150,49 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 154,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,11 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 86,71 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 25,42 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,34 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 446,27 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 68,16 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,07 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 117,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 22,19 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,04 | % |
| AChE | 190,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 121,42 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 228 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 148,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 312,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 153,20 | mM |
| $K^+$ | 6,40 | mM |
| $Cl^-$ | 157,61 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 122,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 18,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,24 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,85 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,85 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 19,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,88 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 378,59 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 64,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 138,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,03 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,77 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,75 | % |
| AChE | 228,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 95,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 229 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 116,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 283,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,80 | mM |
| $K^+$ | 6,60 | mM |
| $Cl^-$ | 165,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,98 | mM |
| Glicose | 148,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 21,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,63 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,61 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 302,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,06 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 29,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 93,53 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,44 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,90 | % |
| AChE | 201,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 122,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 230 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 269,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,75 | mM |
| $K^+$ | 3,80 | mM |
| $Cl^-$ | 135,21 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,03 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 54,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 14,64 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,72 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,04 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 569,02 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 64,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 20,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 22,37 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,59 | % |
| AChE | 217,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 123,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 231 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 290,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 175,63 | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 11,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,70 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,92 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 180,60 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 108,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,90 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,97 | % |
| AChE | 231,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 101,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |

**Metodologias**

Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988.

Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.
CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990.

Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor

Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama

Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®)

Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®)

Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984.

Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969.

Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973.

Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963.

Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976.

Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.
LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006.

Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998.

Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.
VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999.

$Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.
KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995.

Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997.

Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961.

**Legendas:**

**NA**: não analisado
**ND**: não determinado

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 232 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 347,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 83,60 | mM |
| $K^+$ | 3,20 | mM |
| $Cl^-$ | 174,67 | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 43,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,56 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,42 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,68 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 363,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 52,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 103,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 17,32 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,57 | % |
| AChE | 179,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 91,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/1/DQ | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 233 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,75 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,42 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 230,05 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 74,28 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 14,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 28,60 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,30 | % |
| AChE | 238,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 95,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 234 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 140,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 29,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 353,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 166,20 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 139,80 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 68,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 60,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,84 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 101,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,48 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 9,61 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 132,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 157,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 59,63 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,43 | % |
| AChE | 31,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 144,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 235 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 13,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 293,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 165,25 | mM |
| $K^+$ | 3,35 | mM |
| $Cl^-$ | 138,93 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 77,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 44,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,58 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 108,58 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,25 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,96 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 121,58 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 177,91 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,51 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 52,89 | % |
| AChE | 40,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 114,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 236 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 139,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,15 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 146,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 18,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,74 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,65 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,71 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 102,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 133,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,02 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,91 | % |
| AChE | 48,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 105,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 237 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 23,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 362,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,60 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 121,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,33 | mM |
| Glicose | 139,78 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 62,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,04 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 113,56 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,37 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 64,77 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 646,58 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,59 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,88 | % |
| AChE | 35,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 106,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 238 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 358,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 165,10 | mM |
| $K^+$ | 2,90 | mM |
| $Cl^-$ | 122,17 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 96,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 103,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,76 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 119,25 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 17,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,49 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 12,96 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 274,19 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 159,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,58 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,73 | % |
| AChE | 25,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 112,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 239 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 92,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 27,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 338,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 150,95 | mM |
| $K^+$ | 3,20 | mM |
| $Cl^-$ | 133,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,13 | mM |
| Glicose | 70,02 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 41,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,75 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 23,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 165,28 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 47,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 141,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,52 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,87 | % |
| AChE | 25,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 123,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 240 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 145,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 58,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 358,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 159,10 | mM |
| $K^+$ | 3,15 | mM |
| $Cl^-$ | 148,05 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 86,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 65,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,66 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 95,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,79 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,98 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,45 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 174,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,16 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 163,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,16 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,77 | % |
| AChE | 40,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 241 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 168,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 13,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 334,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 157,15 | mM |
| $K^+$ | 2,50 | mM |
| $Cl^-$ | 154,69 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 80,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 43,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,39 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 96,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 21,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,06 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 179,20 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 181,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 20,34 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,37 | % |
| AChE | 42,28 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 127,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 242 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 72,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 345,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 156,45 | mM |
| $K^+$ | 2,60 | mM |
| $Cl^-$ | 154,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 84,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 65,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 116,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,89 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 117,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 57,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 164,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,98 | % |
| AChE | 54,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 126,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 243 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 252,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 28,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 340,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 157,90 | mM |
| $K^+$ | 4,05 | mM |
| $Cl^-$ | 119,63 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 91,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 50,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,21 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 75,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,72 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 16,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,90 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,62 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 226,56 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 195,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 21,90 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,88 | % |
| AChE | 24,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 113,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 244 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 115,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 319,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,20 | mM |
| $K^+$ | 2,00 | mM |
| $Cl^-$ | 102,92 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,48 | mM |
| Glicose | 163,96 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 69,64 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,27 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 62,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,76 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,03 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,43 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 167,51 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,16 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,57 | % |
| AChE | 62,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 185,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 245 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 124,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,75 | mM |
| $K^+$ | 2,00 | mM |
| $Cl^-$ | 126,04 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,48 | mM |
| Glicose | 163,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 59,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,36 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,58 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 25,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,06 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 31,99 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 3,48 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,01 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,03 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 241,33 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 40,68 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 209,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,34 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 31,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,47 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 2,71 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,43 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,40 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,70 | % |
| AChE | 60,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 162,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 246 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 98,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 321,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,05 | mM |
| $K^+$ | 3,65 | mM |
| $Cl^-$ | 122,98 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 153,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 39,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,31 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 49,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 19,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 25,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,78 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 11,45 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 188,43 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,06 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 78,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 16,76 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,58 | % |
| AChE | 62,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 187,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 247 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 133,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 8,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 345,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 143,75 | mM |
| $K^+$ | 2,55 | mM |
| $Cl^-$ | 123,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 111,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 21,93 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,27 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,19 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 20,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,97 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 314,78 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 297,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,30 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 20,64 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 56,02 | % |
| AChE | 83,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 135,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 248 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 119,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 12,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 308,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,40 | mM |
| $K^+$ | 3,40 | mM |
| $Cl^-$ | 139,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,54 | mM |
| Glicose | 162,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,97 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,62 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 12,87 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 18,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,20 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 44,67 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 2,72 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,81 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 10,94 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 197,34 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 38,08 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 238,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,93 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 46,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,26 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 2,32 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,36 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 17,00 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,20 | % |
| AChE | 91,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 210,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 249 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 15,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 368,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,50 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 114,09 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,32 | mM |
| Glicose | 134,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 91,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,74 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 43,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,35 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 210,36 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,97 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 365,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,82 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,01 | % |
| AChE | 56,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 171,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 250 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 237,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 19,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 296,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,00 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 132,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 94,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 86,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 24,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,54 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,43 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 179,19 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,45 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,35 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,93 | % |
| AChE | 127,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 279,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 251 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 223,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 290,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,65 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 116,87 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,41 | mM |
| Glicose | 97,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 65,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,14 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,01 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,36 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 138,18 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 26,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 20,88 | % |
| AChE | 85,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 224,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 252 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,20 | mM |
| $K^+$ | 5,95 | mM |
| $Cl^-$ | 151,06 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,34 | mM |
| Glicose | 134,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,23 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,60 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,91 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,65 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,21 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 188,91 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,95 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,82 | % |
| AChE | 119,04 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 251,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 253 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 181,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 263,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 128,05 | mM |
| $K^+$ | 3,80 | mM |
| $Cl^-$ | 118,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,38 | mM |
| Glicose | 138,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 40,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,64 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,01 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,95 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 237,88 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,49 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,19 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,66 | % |
| AChE | 104,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 263,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 254 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 109,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 333,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,65 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 134,48 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 72,11 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 80,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,98 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 303,69 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,64 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 88,22 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,31 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,40 | % |
| AChE | 73,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 282,88 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 255 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 305,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,10 | mM |
| $K^+$ | 3,80 | mM |
| $Cl^-$ | 122,97 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,27 | mM |
| Glicose | 88,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 101,55 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,79 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,89 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,97 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,53 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,36 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 343,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 86,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 122,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,53 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,33 | % |
| AChE | 97,53 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 287,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 256 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 128,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 15,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 296,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,90 | mM |
| $K^+$ | 4,30 | mM |
| $Cl^-$ | 131,43 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,38 | mM |
| Glicose | 94,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 87,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,63 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,95 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 265,28 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 82,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,54 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,17 | % |
| AChE | 44,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 282,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 257 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 14,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 302,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,35 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 144,50 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,43 | mM |
| Glicose | 85,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 73,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,94 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,85 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 304,69 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,27 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,80 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,61 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,11 | % |
| AChE | 286,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 258 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 211,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 330,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,95 | mM |
| $K^+$ | 3,10 | mM |
| $Cl^-$ | 142,28 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 88,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 128,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,26 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,67 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 15,52 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 32,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,09 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 7,77 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 5,99 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,25 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,50 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 285,13 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 28,17 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,91 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 88,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,17 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,47 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,67 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,15 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,98 | % |
| AChE | 95,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 288,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 259 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 315,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,95 | mM |
| $K^+$ | 3,20 | mM |
| $Cl^-$ | 193,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | 86,46 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 101,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,34 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,12 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,33 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 346,46 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 99,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 101,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,16 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,57 | % |
| AChE | 47,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 191,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 260 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 123,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,65 | mM |
| $K^+$ | 7,10 | mM |
| $Cl^-$ | 108,11 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,36 | mM |
| Glicose | 168,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 40,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,02 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,17 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 54,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 128,78 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 36,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 54,67 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,42 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,64 | % |
| AChE | 34,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 89,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |

| **Metodologias** |
|---|
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. |
| |
| **Legendas:** |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 261 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 280,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,25 | mM |
| $K^+$ | 9,95 | mM |
| $Cl^-$ | 107,56 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 151,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,94 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 23,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 19,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,80 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,21 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,49 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 161,59 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,74 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,57 | % |
| AChE | 118,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 81,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 262 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 8,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 261,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 108,65 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 91,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 154,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,40 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 50,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,56 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,17 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 186,03 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 56,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 130,33 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,60 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,27 | % |
| AChE | 89,04 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 249,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 263 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 170,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 251,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 115,90 | mM |
| $K^+$ | 5,75 | mM |
| $Cl^-$ | 100,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,94 | mM |
| Glicose | 112,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,07 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 28,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 27,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 13,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,68 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 96,29 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,54 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 110,81 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,71 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,83 | % |
| AChE | 35,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 254,08 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 264 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 172,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 217,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 109,60 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 98,00 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 142,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 2,83 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,27 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,18 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,27 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 236,70 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 126,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,20 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,38 | % |
| AChE | 30,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 345,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 265 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 117,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 225,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 117,80 | mM |
| $K^+$ | 3,25 | mM |
| $Cl^-$ | 105,69 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 98,46 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 20,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,45 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,08 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 206,35 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,76 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 18,15 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,40 | % |
| AChE | 38,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 275,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 266 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 150,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 206,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 112,85 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 91,06 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,03 | mM |
| Glicose | 87,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,74 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 425,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 29,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 289,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 616,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,20 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 220,69 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 143,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 24,47 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,79 | % |
| AChE | 64,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 280,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 267 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 134,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 218,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 104,90 | mM |
| $K^+$ | 4,75 | mM |
| $Cl^-$ | 99,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,03 | mM |
| Glicose | 138,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,77 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 28,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,46 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,26 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 232,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 109,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 20,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,91 | % |
| AChE | 44,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 307,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 268 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 144,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 238,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 104,85 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 101,59 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 100,96 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,04 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 5,91 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 8,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 27,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,34 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,24 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 205,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,66 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 121,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 24,86 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,30 | % |
| AChE | 34,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 269 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 237,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 117,35 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 106,50 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,19 | mM |
| Glicose | 85,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 68,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,74 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 18,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,73 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 230,78 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 130,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,94 | % |
| AChE | 67,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 244,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 270 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 372,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 150,00 | mM |
| $K^+$ | 2,00 | mM |
| $Cl^-$ | 133,23 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,37 | mM |
| Glicose | 110,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 52,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,15 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,34 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 80,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 37,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,22 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 409,38 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 68,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 199,26 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,26 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,42 | % |
| AChE | 79,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 63,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 271 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 285,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 150,85 | mM |
| $K^+$ | 2,70 | mM |
| $Cl^-$ | 132,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 77,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 39,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,10 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 66,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,22 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 249,56 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 192,29 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,98 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,22 | % |
| AChE | 27,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 95,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 272 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 110,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 308,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,35 | mM |
| $K^+$ | 2,00 | mM |
| $Cl^-$ | 136,96 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 80,93 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 38,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,70 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,85 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 83,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 46,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,62 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,63 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 315,99 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 251,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 125,43 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,07 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 57,85 | % |
| AChE | 64,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 76,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 273 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 106,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 280,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 148,05 | mM |
| $K^+$ | 3,65 | mM |
| $Cl^-$ | 122,25 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,08 | mM |
| Glicose | 99,57 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 84,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,63 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 23,36 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 309,43 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 48,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 640,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 121,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,89 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,18 | % |
| AChE | 10,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 64,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 274 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 152,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,91 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 88,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 46,53 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 34,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,62 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 135,59 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,85 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 351,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 16,66 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,08 | % |
| AChE | 30,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 84,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 275 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 284,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,70 | mM |
| $K^+$ | 2,65 | mM |
| $Cl^-$ | 137,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,96 | mM |
| Glicose | 151,93 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 75,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,97 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 132,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 54,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,57 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 24,77 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 405,36 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 57,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 483,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 134,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 16,43 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,51 | % |
| AChE | 28,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 62,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 276 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 303,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,15 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 129,17 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 172,20 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,11 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,79 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 113,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 15,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 13,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 25,23 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 276,57 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,67 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 363,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 127,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,20 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,15 | % |
| AChE | 24,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 63,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 277 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 202,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,80 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 101,17 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | 73,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,16 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 90,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,37 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,16 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 148,92 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 54,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 149,55 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,44 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 18,42 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,13 | % |
| AChE | 44,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 303,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 278 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 52,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 248,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,55 | mM |
| $K^+$ | 4,50 | mM |
| $Cl^-$ | 122,28 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,05 | mM |
| Glicose | 96,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 20,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,64 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,00 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 170,04 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 48,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 135,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,82 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,82 | % |
| AChE | 45,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 278,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 279 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 81,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 272,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,65 | mM |
| $K^+$ | 2,90 | mM |
| $Cl^-$ | 103,61 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 89,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 69,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,64 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,05 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,53 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 149,10 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 53,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 174,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,40 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 45,89 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,09 | % |
| AChE | 47,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 253,68 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 280 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 318,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,40 | mM |
| $K^+$ | 7,20 | mM |
| $Cl^-$ | 106,21 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 119,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 34,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,11 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,81 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 14,39 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 139,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 59,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 36,41 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,06 | % |
| AChE | 35,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 61,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 281 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 145,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 328,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 136,55 | mM |
| $K^+$ | 6,75 | mM |
| $Cl^-$ | 140,80 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,70 | mM |
| Glicose | 264,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 236,21 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,00 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 14,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,28 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,46 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 256,22 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,92 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 123,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,20 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,45 | % |
| AChE | 69,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 75,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 282 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 161,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 16,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 273,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 121,80 | mM |
| $K^+$ | 7,40 | mM |
| $Cl^-$ | 130,71 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,32 | mM |
| Glicose | 95,88 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 118,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,69 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 105,25 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 21,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,18 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,00 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 198,98 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,53 | % |
| AChE | 61,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 69,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 283 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 281,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 13,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 257,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,90 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 104,19 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,52 | mM |
| Glicose | 111,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 150,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 78,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,90 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 102,78 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 59,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,02 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,24 | % |
| AChE | 71,06 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 81,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 284 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 262,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,75 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 106,68 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,44 | mM |
| Glicose | 129,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 87,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,93 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,18 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 138,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,88 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,73 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 209,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 952,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 117,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,30 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,42 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,04 | % |
| AChE | 82,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 184,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 285 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 271,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 254,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,50 | mM |
| $K^+$ | 4,90 | mM |
| $Cl^-$ | 99,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 70,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 62,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,56 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 278,35 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 374,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 95,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,08 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,12 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,25 | % |
| AChE | 103,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 201,88 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 286 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 266,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 283,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 120,25 | mM |
| $K^+$ | 2,60 | mM |
| $Cl^-$ | 106,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,55 | mM |
| Glicose | 77,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 65,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 133,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 52,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,35 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,68 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 241,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,30 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 1101,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 113,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,20 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,16 | % |
| AChE | 85,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 177,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 287 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 184,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 270,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 128,70 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 110,69 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,33 | mM |
| Glicose | 112,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 93,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,83 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 66,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 54,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,17 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 283,47 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 861,94 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 127,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,45 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,15 | % |
| AChE | 80,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 174,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 288 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 252,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,40 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 93,62 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 120,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 66,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,87 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 110,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,07 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,24 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,60 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 47,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 680,58 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 141,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,69 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,34 | % |
| AChE | 104,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 171,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 289 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 151,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 272,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,85 | mM |
| $K^+$ | 5,55 | mM |
| $Cl^-$ | 93,11 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 134,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 110,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 143,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,37 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,99 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 256,68 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 47,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 301,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 127,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,52 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,47 | % |
| AChE | 80,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 217,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 290 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 135,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 250,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 123,35 | mM |
| $K^+$ | 4,30 | mM |
| $Cl^-$ | 103,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,23 | mM |
| Glicose | 100,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 53,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,93 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,14 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,07 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,07 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 256,62 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,18 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 562,94 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 128,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 14,18 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,39 | % |
| AChE | 122,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 169,91 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 291 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 164,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 243,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,75 | mM |
| $K^+$ | 4,35 | mM |
| $Cl^-$ | 86,86 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 75,11 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 63,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,88 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,34 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,87 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,17 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,47 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 279,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 370,14 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 110,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,99 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,58 | % |
| AChE | 103,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 204,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 292 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 175,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 10,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 325,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,55 | mM |
| $K^+$ | 4,05 | mM |
| $Cl^-$ | 101,23 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 118,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 81,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,52 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,04 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 74,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,90 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,11 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 312,63 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 49,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 381,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 109,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,81 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,86 | % |
| AChE | 162,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 199,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 293 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 250,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 117,30 | mM |
| $K^+$ | 3,55 | mM |
| $Cl^-$ | 105,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 101,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 26,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,93 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 84,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,26 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,49 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 215,22 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 375,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 143,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,87 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,10 | % |
| AChE | 144,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 175,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 294 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 134,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 279,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,20 | mM |
| $K^+$ | 4,50 | mM |
| $Cl^-$ | 93,21 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 177,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 33,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,75 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 3,43 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 18,79 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 39,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,21 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 5,83 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 5,35 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 34,34 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 195,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 35,82 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,26 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 134,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,12 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,73 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,49 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,34 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,51 | % |
| AChE | 47,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 226,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 295 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 273,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,60 | mM |
| $K^+$ | 3,80 | mM |
| $Cl^-$ | 118,21 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 164,41 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 13,20 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,61 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,26 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 29,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,26 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,11 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 157,46 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 104,91 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,50 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,68 | % |
| AChE | 22,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 128,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 296 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 262,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,40 | mM |
| $K^+$ | 4,50 | mM |
| $Cl^-$ | 104,63 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 156,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,48 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 38,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 28,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,31 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,20 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 339,92 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 55,75 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 135,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,42 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,58 | % |
| AChE | 11,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 235,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 297 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 67,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 280,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,00 | mM |
| $K^+$ | 4,50 | mM |
| $Cl^-$ | 98,16 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 85,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 39,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,04 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,17 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 15,63 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,99 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,84 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,04 | % |
| AChE | 19,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 206,55 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 298 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 134,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 243,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,15 | mM |
| $K^+$ | 5,80 | mM |
| $Cl^-$ | 95,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 50,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 21,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,31 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,90 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,25 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 11,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 22,17 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 178,48 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 102,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,08 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,37 | % |
| AChE | 9,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 178,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 299 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 131,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 260,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,95 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 100,82 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 84,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,59 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 24,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 384,01 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,49 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 162,40 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,23 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,79 | % |
| AChE | 21,74 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 265,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 300 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 251,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 126,55 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 95,87 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 99,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,23 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,26 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 29,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 139,31 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,27 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 5,51 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 93,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,04 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,77 | % |
| AChE | 12,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 195,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 301 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 164,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 259,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,40 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 92,65 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | 64,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,94 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,48 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 68,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 26,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 17,29 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,50 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,83 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 214,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 90,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,74 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,08 | % |
| AChE | 9,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 233,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 302 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 258,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 130,10 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 107,23 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,16 | mM |
| Glicose | 94,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,43 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,30 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 53,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,43 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 264,05 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 122,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,03 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,58 | % |
| AChE | 20,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 176,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 303 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 151,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 290,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,90 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 118,69 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 98,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,82 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,61 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,44 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 216,20 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 24,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 127,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,92 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,69 | % |
| AChE | 25,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 312,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 304 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 1,00 | ‰ |
| ANE | 20,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 375,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,15 | mM |
| $K^+$ | 5,10 | mM |
| $Cl^-$ | 99,09 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,28 | mM |
| Glicose | 124,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 101,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,96 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,26 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 52,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,74 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,35 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,12 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 233,66 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,83 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,78 | % |
| AChE | 44,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 51,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 305 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 11,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 330,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 175,75 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 107,33 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,46 | mM |
| Glicose | 178,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 142,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,17 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,58 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 7,96 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 186,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 76,75 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,14 | % |
| AChE | 51,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 56,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 306 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 141,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 318,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 136,20 | mM |
| $K^+$ | 9,20 | mM |
| $Cl^-$ | 103,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,37 | mM |
| Glicose | 257,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 226,62 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 2,35 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,90 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 52,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 7,78 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 22,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,05 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 9,00 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 5,44 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,94 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 8,40 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 196,14 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 42,95 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 21,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,57 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 97,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,46 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,02 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,14 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 28,80 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,37 | % |
| AChE | 110,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 71,88 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/2/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 307 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 351,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,50 | mM |
| $K^+$ | 5,70 | mM |
| $Cl^-$ | 101,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,73 | mM |
| Glicose | 279,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 256,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,70 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 65,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 59,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 18,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,04 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 8,52 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 101,77 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 81,96 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 98,19 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,49 | % |
| AChE | 111,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 76,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 308 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 203,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 142,60 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 72,90 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,33 | mM |
| Glicose | 91,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 51,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,08 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 51,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 11,08 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,72 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,86 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 354,90 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 27,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 22,11 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,49 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,20 | % |
| AChE | 87,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 236,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 309 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 150,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 242,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 124,60 | mM |
| $K^+$ | 2,90 | mM |
| $Cl^-$ | 98,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,31 | mM |
| Glicose | 71,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 35,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,42 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,54 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 50,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 45,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 18,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,24 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 20,27 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 317,13 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 25,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,05 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,75 | % |
| AChE | 81,03 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 266,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 310 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 109,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 238,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 110,40 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 87,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,25 | mM |
| Glicose | 48,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 32,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,58 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,57 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 285,79 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,70 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,91 | % |
| AChE | 59,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 330,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 311 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 100,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 184,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 90,95 | mM |
| $K^+$ | 2,65 | mM |
| $Cl^-$ | 69,98 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,40 | mM |
| Glicose | 94,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 13,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,93 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,42 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 16,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,01 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,78 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 310,66 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 20,39 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,58 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 40,39 | % |
| AChE | 92,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 257,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 312 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 89,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 188,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 106,95 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 80,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 61,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,38 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,38 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,01 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 1,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 322,80 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,27 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,10 | % |
| AChE | 45,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 299,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 313 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 133,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 230,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 121,85 | mM |
| $K^+$ | 3,40 | mM |
| $Cl^-$ | 97,20 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,46 | mM |
| Glicose | 58,78 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 42,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,62 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,97 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,29 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 299,41 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,87 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 2,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,36 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,11 | % |
| AChE | 60,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 321,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 314 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 149,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 317,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,60 | mM |
| $K^+$ | 3,00 | mM |
| $Cl^-$ | 119,65 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,50 | mM |
| Glicose | 105,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 74,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,61 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,67 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,43 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 305,74 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 247,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,46 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,90 | % |
| AChE | 46,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 223,28 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 315 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 261,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,75 | mM |
| $K^+$ | 3,65 | mM |
| $Cl^-$ | 101,43 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 133,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 78,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,43 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,98 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 287,60 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 420,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,58 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,73 | % |
| AChE | 87,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 181,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 316 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 128,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 273,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 120,90 | mM |
| $K^+$ | 3,65 | mM |
| $Cl^-$ | 78,39 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,43 | mM |
| Glicose | 122,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,25 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,23 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 303,23 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,41 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 377,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,95 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,02 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,18 | % |
| AChE | 94,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 180,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 317 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 267,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 122,95 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 94,29 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,50 | mM |
| Glicose | 122,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 30,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,01 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 107,26 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 4,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 261,14 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,24 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 427,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,63 | % |
| AChE | 68,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 190,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 318 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 133,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 219,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 65,75 | mM |
| $K^+$ | 3,90 | mM |
| $Cl^-$ | 82,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,40 | mM |
| Glicose | 97,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 142,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 97,67 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,90 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,99 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 278,57 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 322,92 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,75 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 49,14 | % |
| AChE | 91,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 280,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 319 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 256,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,45 | mM |
| $K^+$ | 4,00 | mM |
| $Cl^-$ | 98,85 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,06 | mM |
| Glicose | 75,11 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,16 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,84 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 93,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,04 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 11,22 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 291,80 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 205,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 53,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,71 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,09 | % |
| AChE | 69,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 228,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 320 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 97,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 226,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 119,45 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 90,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,60 | mM |
| Glicose | 74,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,94 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 101,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,54 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,08 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 228,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,96 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 704,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,26 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 52,58 | % |
| AChE | 112,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 257,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 321 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 174,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 225,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,35 | mM |
| $K^+$ | 3,85 | mM |
| $Cl^-$ | 100,32 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,98 | mM |
| Glicose | 69,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 21,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 76,33 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,62 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 368,95 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 59,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 328,06 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 95,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,12 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,33 | % |
| AChE | 97,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 247,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 322 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 150,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 242,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,60 | mM |
| $K^+$ | 3,00 | mM |
| $Cl^-$ | 101,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,98 | mM |
| Glicose | 55,96 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,64 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,31 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,04 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 125,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 55,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,42 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,80 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 142,68 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,60 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 796,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,52 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 57,83 | % |
| AChE | 139,08 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 269,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 323 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 247,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,50 | mM |
| $K^+$ | 6,10 | mM |
| $Cl^-$ | 112,67 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,29 | mM |
| Glicose | 79,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 34,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,76 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 193,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 11,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,07 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 133,38 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,05 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,06 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,01 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,75 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,68 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 55,91 | % |
| AChE | 142,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 285,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 324 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 196,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 255,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 132,05 | mM |
| $K^+$ | 2,10 | mM |
| $Cl^-$ | 104,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 112,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 40,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,90 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 36,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,24 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,56 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 269,38 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 17,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,91 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,95 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,45 | % |
| AChE | 160,26 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 295,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 325 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 107,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 217,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 112,80 | mM |
| $K^+$ | 2,60 | mM |
| $Cl^-$ | 90,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,39 | mM |
| Glicose | 54,78 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,34 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,45 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,05 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 199,41 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,10 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,25 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,87 | % |
| AChE | 144,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 292,59 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 326 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 157,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 266,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,20 | mM |
| $K^+$ | 3,15 | mM |
| $Cl^-$ | 100,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,36 | mM |
| Glicose | 93,93 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,77 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 55,31 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,54 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 245,58 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 1131,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 55,49 | % |
| AChE | 105,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 218,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 327 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 126,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 239,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 113,45 | mM |
| $K^+$ | 2,45 | mM |
| $Cl^-$ | 91,35 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 113,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,01 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 98,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,94 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,60 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 30,46 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 46,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 13,46 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 52,82 | % |
| AChE | 127,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 328 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,14 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,58 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 97,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,32 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,07 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,66 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 303,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 501,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 65,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,18 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,81 | % |
| AChE | 140,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 192,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 329 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 27,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 120,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 45,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,49 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,16 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,24 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 289,66 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 269,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 46,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,40 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,09 | % |
| AChE | 210,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 150,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 330 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 70,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 6,56 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 162,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 12,61 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 33,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,04 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,62 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 2,97 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,70 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 25,63 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 282,51 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 38,41 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 797,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 0,81 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 45,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,14 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 4,44 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,72 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,96 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,39 | % |
| AChE | 193,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 142,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 331 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 89,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 3,75 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 143,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,59 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,87 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 252,68 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 744,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 116,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,27 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,51 | % |
| AChE | 80,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 148,07 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 332 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 4,36 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 85,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 9,93 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 35,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,04 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 1,05 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 2,06 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 13,54 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 33,68 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 285,98 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 33,18 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 545,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 0,84 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 71,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,62 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,62 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,07 | % |
| AChE | 64,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 130,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 333 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 59,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 6,42 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 95,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 14,20 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 50,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,06 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 1,86 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,83 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 25,93 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 263,41 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 37,12 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 714,53 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 0,86 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 81,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,09 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,71 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,05 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,27 | % |
| AChE | 159,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 143,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 334 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 365,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 168,65 | mM |
| $K^+$ | 8,95 | mM |
| $Cl^-$ | 117,12 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,38 | mM |
| Glicose | 111,73 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 153,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,99 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 1,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,45 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 241,78 | µmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,12 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 656,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,27 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,42 | % |
| AChE | 124,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 173,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 335 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 350,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 174,85 | mM |
| $K^+$ | 8,80 | mM |
| $Cl^-$ | 117,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,48 | mM |
| Glicose | 184,74 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 192,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,74 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,48 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 13,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 18,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 201,41 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 427,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,88 | % |
| AChE | 101,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 203,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 336 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 327,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 158,60 | mM |
| $K^+$ | 4,75 | mM |
| $Cl^-$ | 105,26 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,20 | mM |
| Glicose | 125,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 131,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,24 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,89 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 19,76 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,38 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,53 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 177,46 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,96 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 592,30 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,82 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,19 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,52 | % |
| AChE | 94,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 190,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 337 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 95,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 372,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 176,15 | mM |
| $K^+$ | 5,95 | mM |
| $Cl^-$ | 122,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 176,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 148,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,65 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,67 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,55 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,94 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,97 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 228,09 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,18 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 608,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,11 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,22 | % |
| AChE | 70,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 240,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 338 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 134,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 352,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 162,50 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 113,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 145,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 130,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 24,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 41,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,18 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 17,58 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 274,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 543,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,54 | % |
| AChE | 140,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 225,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 339 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 107,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 341,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 158,00 | mM |
| $K^+$ | 6,75 | mM |
| $Cl^-$ | 109,32 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,34 | mM |
| Glicose | 143,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 142,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 4,87 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 103,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,45 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 220,26 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,67 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 547,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,80 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,81 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,72 | % |
| AChE | 97,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 215,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 340 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 314,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 157,30 | mM |
| $K^+$ | 4,70 | mM |
| $Cl^-$ | 107,89 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 101,21 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 61,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,97 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,80 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,21 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 237,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 412,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 28,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,08 | % |
| AChE | 98,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 179,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 341 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 267,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 154,55 | mM |
| $K^+$ | 5,20 | mM |
| $Cl^-$ | 116,48 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 139,05 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 131,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,17 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,23 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,06 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 213,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 471,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 46,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,11 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,56 | % |
| AChE | 94,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 173,28 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 342 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 322,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 155,25 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 101,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 139,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 87,36 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 6,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,84 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,95 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,76 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,65 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 208,82 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 172,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 54,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,41 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,07 | % |
| AChE | 104,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 215,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 343 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 99,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 351,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,95 | mM |
| $K^+$ | 5,00 | mM |
| $Cl^-$ | 93,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,93 | mM |
| Glicose | 126,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 169,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 312,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 11,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,36 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,63 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 238,32 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 28,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 119,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,12 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,58 | % |
| AChE | 81,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 373,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 344 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 273,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,20 | mM |
| $K^+$ | 5,20 | mM |
| $Cl^-$ | 114,41 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 173,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 177,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 31,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 271,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 28,04 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,36 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 269,13 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 120,60 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 32,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,88 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,20 | % |
| AChE | 157,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 332,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 345 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 125,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 313,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,00 | mM |
| $K^+$ | 7,75 | mM |
| $Cl^-$ | 126,61 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,01 | mM |
| Glicose | 101,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 138,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,12 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,67 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 176,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,91 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,94 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,24 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 215,16 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,97 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,09 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,15 | % |
| AChE | 249,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 195,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 346 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 151,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 382,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 137,30 | mM |
| $K^+$ | 4,15 | mM |
| $Cl^-$ | 97,65 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | 121,78 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 98,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,87 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 130,65 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,84 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 151,10 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 21,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,56 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,91 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,32 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,57 | % |
| AChE | 308,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 341,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 347 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 188,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 315,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,12 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 14,42 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 486,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,38 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 12,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,21 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 261,44 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 112,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 21,81 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,65 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,68 | % |
| AChE | 129,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 252,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 348 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 209,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 269,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,75 | mM |
| $K^+$ | 7,50 | mM |
| $Cl^-$ | 94,11 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 83,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 123,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,36 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 164,10 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 32,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,87 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 271,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,67 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 56,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,80 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,14 | % |
| AChE | 93,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 388,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 349 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 120,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,25 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 90,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 176,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 115,57 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,07 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 249,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 14,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 194,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,20 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,24 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,23 | % |
| AChE | 147,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 341,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/CP | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 350 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 314,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 156,45 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 107,13 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 141,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 75,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 8,70 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 44,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,35 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,33 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 249,90 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 508,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 42,07 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,23 | % |
| AChE | 117,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 197,68 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 351 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 334,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,05 | mM |
| $K^+$ | 5,05 | mM |
| $Cl^-$ | 93,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,09 | mM |
| Glicose | 117,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 72,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,18 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 124,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 18,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 28,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,63 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,94 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 195,62 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,09 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,89 | % |
| AChE | 145,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 250,84 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 352 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 100,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 244,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 138,05 | mM |
| $K^+$ | 7,05 | mM |
| $Cl^-$ | 101,17 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,21 | mM |
| Glicose | 118,62 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 55,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,19 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 126,26 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,44 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,15 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 272,79 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 19,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 60,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,81 | % |
| AChE | 150,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 269,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 353 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 264,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,90 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 97,81 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | 83,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 163,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 18,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,45 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,51 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 245,40 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 57,79 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,75 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,50 | % |
| AChE | 63,06 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 229,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 354 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 89,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 328,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 153,60 | mM |
| $K^+$ | 6,85 | mM |
| $Cl^-$ | 98,54 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,39 | mM |
| Glicose | 75,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 162,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 27,85 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,80 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 170,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 271,13 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,31 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,60 | % |
| AChE | 99,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 300,06 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 355 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 94,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 255,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 129,25 | mM |
| $K^+$ | 5,25 | mM |
| $Cl^-$ | 93,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 79,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 57,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,70 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,20 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 149,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 32,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,07 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,79 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 236,36 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 26,04 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 61,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 32,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,16 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,39 | % |
| AChE | 185,63 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 301,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 356 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 100,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 249,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 135,90 | mM |
| $K^+$ | 5,40 | mM |
| $Cl^-$ | 100,29 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,13 | mM |
| Glicose | 83,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 155,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 29,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 10,32 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 259,54 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,81 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,11 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,11 | % |
| AChE | 123,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 332,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 357 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 88,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 176,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 139,55 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 99,44 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,18 | mM |
| Glicose | 94,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 17,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,64 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,23 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 105,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 54,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,01 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,41 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 18,42 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 205,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 61,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,70 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,86 | % |
| AChE | 191,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 309,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 358 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 80,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 285,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,60 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 85,47 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 63,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 106,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,37 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 181,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,35 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 255,17 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 18,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 30,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 49,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,18 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,51 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,10 | % |
| AChE | 88,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 232,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 359 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 100,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 305,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 140,15 | mM |
| $K^+$ | 6,50 | mM |
| $Cl^-$ | 95,60 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,17 | mM |
| Glicose | 56,02 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 92,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,15 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 132,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 46,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 11,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,48 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,52 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 334,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,37 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,44 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,20 | % |
| AChE | 90,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 305,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 360 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 100,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 257,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,10 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 92,84 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,34 | mM |
| Glicose | 98,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 67,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 176,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 14,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,38 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,62 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,24 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 112,42 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 22,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 14,67 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | NA | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,57 | % |
| AChE | 75,69 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 308,34 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 361 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 86,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 243,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,05 | mM |
| $K^+$ | 4,15 | mM |
| $Cl^-$ | 98,25 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,24 | mM |
| Glicose | 92,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 23,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,62 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 126,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,99 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,77 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 21,36 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 350,81 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 725,15 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 36,91 | % |
| AChE | 148,67 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 189,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 362 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 97,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 169,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 115,00 | mM |
| $K^+$ | 3,30 | mM |
| $Cl^-$ | 84,36 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,11 | mM |
| Glicose | 75,71 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 28,91 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,26 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 78,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,77 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,57 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 318,68 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 68,71 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 170,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,64 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,27 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,28 | % |
| AChE | 152,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 217,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 363 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 103,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 268,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 128,30 | mM |
| $K^+$ | 3,95 | mM |
| $Cl^-$ | 95,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,71 | mM |
| Glicose | 88,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 52,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 2,82 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 102,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,34 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 84,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,08 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 6,45 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 3,47 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,42 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 18,42 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 304,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 39,19 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 219,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,84 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 81,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,55 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,58 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,38 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,78 | % |
| AChE | 139,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 238,42 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 364 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 67,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 228,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 125,80 | mM |
| $K^+$ | 4,20 | mM |
| $Cl^-$ | 97,79 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,07 | mM |
| Glicose | 68,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 3,08 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 92,15 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,74 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 65,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,10 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 2,59 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,54 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 22,60 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 320,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 38,70 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 515,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 0,96 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 98,37 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,21 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,06 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,47 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,11 | % |
| AChE | 156,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 237,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 365 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 132,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,76 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 159,90 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 67,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,96 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,09 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 377,87 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,69 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 130,45 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 109,82 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,04 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,05 | % |
| AChE | 149,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 234,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 366 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 121,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 208,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,15 | mM |
| $K^+$ | 3,45 | mM |
| $Cl^-$ | 79,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,26 | mM |
| Glicose | 77,40 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 37,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,84 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 109,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,98 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,68 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 273,46 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,60 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 205,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,55 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,50 | % |
| AChE | 128,38 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 211,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 367 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 92,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 253,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,90 | mM |
| $K^+$ | 3,10 | mM |
| $Cl^-$ | 89,22 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,36 | mM |
| Glicose | 83,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 69,55 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 70,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,89 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,33 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,42 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 241,05 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,66 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 155,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,30 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,44 | % |
| AChE | 52,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 213,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 368 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 113,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 272,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 131,60 | mM |
| $K^+$ | 6,55 | mM |
| $Cl^-$ | 87,86 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,40 | mM |
| Glicose | 75,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 127,40 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,06 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 141,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 91,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,20 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,36 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 226,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,37 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,62 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,83 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,85 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,02 | % |
| AChE | 50,78 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 70,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 369 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 82,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 310,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,15 | mM |
| $K^+$ | 5,95 | mM |
| $Cl^-$ | 95,26 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,43 | mM |
| Glicose | 69,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 114,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,02 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 106,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,76 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,87 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 256,99 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 89,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,22 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,24 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,45 | % |
| AChE | 88,25 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 63,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 370 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 43,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 247,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,95 | mM |
| $K^+$ | 3,45 | mM |
| $Cl^-$ | 102,94 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,15 | mM |
| Glicose | 106,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 50,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,86 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,58 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 159,75 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 78,37 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 15,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,76 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,16 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,65 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 178,24 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 53,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,06 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,38 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,33 | % |
| AChE | 35,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 69,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/3/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 371 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 89,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 251,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 127,85 | mM |
| $K^+$ | 3,15 | mM |
| $Cl^-$ | 98,19 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 73,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 30,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,30 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,46 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 106,07 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,23 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 15,76 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 325,14 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 632,03 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,97 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,12 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 44,12 | % |
| AChE | 150,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 202,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 372 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 185,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 451,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 188,35 | mM |
| $K^+$ | 6,20 | mM |
| $Cl^-$ | 159,51 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,83 | mM |
| Glicose | 104,20 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 108,15 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,41 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 49,91 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 12,92 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,64 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 26,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,43 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,74 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 21,01 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,42 | % |
| AChE | 77,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 165,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/CN | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 373 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 407,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 188,85 | mM |
| $K^+$ | 9,60 | mM |
| $Cl^-$ | 165,80 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,39 | mM |
| Glicose | 45,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 37,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,29 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 66,48 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 37,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 14,39 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 98,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,90 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 32,16 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 264,91 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,45 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 178,27 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 58,08 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,49 | % |
| AChE | 109,92 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 71,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 374 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 124,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 21,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 378,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 186,10 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 219,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,26 | mM |
| Glicose | 68,05 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 41,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,82 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 26,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,84 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 141,40 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 41,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,97 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,80 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,36 | % |
| AChE | 348,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 160,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 375 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 115,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 379,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 176,75 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 225,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 75,67 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,50 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 78,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 22,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,75 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 20,08 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 198,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,11 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,39 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 69,11 | % |
| AChE | 343,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 227,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 376 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 97,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 343,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 172,10 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 228,12 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,95 | mM |
| Glicose | 65,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 25,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,38 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 6,11 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,26 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 15,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,04 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 4,40 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 8,19 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,52 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 11,46 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 146,34 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 31,86 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,88 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 87,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,25 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,42 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,35 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,23 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,25 | % |
| AChE | 407,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 175,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 377 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 129,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 395,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 180,70 | mM |
| $K^+$ | 4,25 | mM |
| $Cl^-$ | 274,37 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,99 | mM |
| Glicose | 92,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 73,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 36,48 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 26,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,51 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 5,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 222,63 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 130,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,63 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,55 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,05 | % |
| AChE | 306,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 156,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 378 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 202,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 369,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 179,45 | mM |
| $K^+$ | 5,35 | mM |
| $Cl^-$ | 220,13 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 86,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 35,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,92 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,42 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 84,72 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 22,40 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,90 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,11 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 176,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,04 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,61 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 99,71 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,67 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,87 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,75 | % |
| AChE | 537,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 218,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 379 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 182,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 390,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 181,10 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 245,89 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,26 | mM |
| Glicose | 77,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 84,57 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 28,37 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,45 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,95 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,40 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 178,38 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 27,72 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 16,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 94,64 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,92 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,71 | % |
| AChE | 363,84 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 168,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 380 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 189,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 367,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 174,40 | mM |
| $K^+$ | 4,85 | mM |
| $Cl^-$ | 229,32 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,26 | mM |
| Glicose | 74,00 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 80,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,43 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,34 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 12,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 24,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,43 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 289,60 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,66 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 142,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 103,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,45 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,05 | % |
| AChE | 194,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 225,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 381 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 184,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 362,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 184,55 | mM |
| $K^+$ | 7,25 | mM |
| $Cl^-$ | 246,04 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 70,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 18,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,27 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 82,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 16,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 150,45 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 29,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 76,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 109,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,15 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,24 | % |
| AChE | 418,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 197,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 382 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 174,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 351,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 173,35 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 222,39 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 64,66 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,63 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 141,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 25,51 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 8,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 4,95 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 187,29 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,96 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,55 | % |
| AChE | 469,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 196,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de $proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 383 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 139,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 369,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 185,75 | mM |
| $K^+$ | 4,60 | mM |
| $Cl^-$ | 217,34 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 1,98 | mM |
| Glicose | 71,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 20,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,53 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 15,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,33 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 7,86 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 161,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,16 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,90 | % |
| AChE | 341,70 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 219,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 384 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 238,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 271,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,85 | mM |
| $K^+$ | 2,80 | mM |
| $Cl^-$ | 215,76 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,00 | mM |
| Glicose | 82,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 19,46 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,92 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,29 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,34 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,37 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 174,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 207,86 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 109,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,82 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 56,74 | % |
| AChE | 76,11 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 332,04 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 385 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 98,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 9,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 189,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 113,55 | mM |
| $K^+$ | 7,00 | mM |
| $Cl^-$ | 155,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,25 | mM |
| Glicose | 88,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 154,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 70,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,75 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,94 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 234,92 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 154,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,72 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 78,07 | % |
| AChE | 225,55 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 93,86 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 386 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 62,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 263,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 144,05 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 183,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 70,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,53 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,76 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 130,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,47 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,28 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 236,88 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,56 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 347,79 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 64,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,57 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 56,31 | % |
| AChE | 161,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 249,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 387 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 107,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 260,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 146,05 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 180,96 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,10 | mM |
| Glicose | 74,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,27 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,49 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 88,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,23 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,11 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,58 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 297,41 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 99,89 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,76 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 77,84 | % |
| AChE | 194,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 248,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 388 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 104,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 215,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 111,20 | mM |
| $K^+$ | 2,85 | mM |
| $Cl^-$ | 171,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 60,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,75 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,38 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 76,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 49,68 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,69 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,19 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 260,54 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 65,79 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 71,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,87 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,41 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,07 | % |
| AChE | 137,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 310,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 389 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 195,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 223,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 116,60 | mM |
| $K^+$ | 3,40 | mM |
| $Cl^-$ | 161,07 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,29 | mM |
| Glicose | 62,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 29,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,12 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,12 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 50,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,18 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 20,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 188,37 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 1,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 69,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,14 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,44 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,49 | % |
| AChE | 109,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 239,17 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/4/DA | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 390 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 187,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 301,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 141,30 | mM |
| $K^+$ | 5,35 | mM |
| $Cl^-$ | 197,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,37 | mM |
| Glicose | 60,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 64,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,82 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 2,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 43,22 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 8,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,66 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 239,27 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,86 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,69 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 74,61 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,20 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,95 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 39,25 | % |
| AChE | 219,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 318,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 391 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 130,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 392,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 172,95 | mM |
| $K^+$ | 6,45 | mM |
| $Cl^-$ | 236,02 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,70 | mM |
| Glicose | 60,28 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 27,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,84 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 155,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,77 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,79 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 234,94 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 32,89 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 119,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,04 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,70 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,31 | % |
| AChE | 57,84 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 175,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 392 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 126,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 376,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,55 | mM |
| $K^+$ | 5,85 | mM |
| $Cl^-$ | 240,40 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,60 | mM |
| Glicose | 74,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,00 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 166,81 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 25,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,69 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,44 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 227,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,12 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,82 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 119,26 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,10 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,35 | % |
| AChE | 104,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 121,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 393 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 154,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 397,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 186,15 | mM |
| $K^+$ | 5,70 | mM |
| $Cl^-$ | 245,00 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,72 | mM |
| Glicose | 71,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 19,88 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,54 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,83 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 151,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 23,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 19,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,13 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,58 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 269,33 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,56 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 110,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,65 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,68 | % |
| AChE | 164,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 197,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 394 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 197,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 356,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,40 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 233,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,63 | mM |
| Glicose | 57,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 98,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 14,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,77 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,30 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 248,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,34 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,24 | % |
| AChE | 134,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 215,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 395 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 183,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 10,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 391,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 176,40 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 253,20 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,96 | mM |
| Glicose | 63,71 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 26,26 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,82 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 93,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 20,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,39 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,79 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,58 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 257,89 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,49 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,03 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,01 | % |
| AChE | 147,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 248,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 396 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 197,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 356,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,40 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 233,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,63 | mM |
| Glicose | 57,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,06 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 98,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 14,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 10,19 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,77 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,30 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 248,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,79 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,34 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,04 | % |
| AChE | 130,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 158,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 397 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 151,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 334,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 145,35 | mM |
| $K^+$ | 4,50 | mM |
| $Cl^-$ | 221,03 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,92 | mM |
| Glicose | 60,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,61 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 18,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,60 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 237,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,54 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,35 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,71 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,73 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,26 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,43 | % |
| AChE | 193,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 186,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 398 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 175,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 383,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 175,60 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 247,97 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,41 | mM |
| Glicose | 60,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,52 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,82 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 26,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 11,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 11,76 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 241,62 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 57,25 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 10,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 25,32 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,19 | % |
| AChE | 158,20 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 188,93 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 399 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 376,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 174,60 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 249,61 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,84 | mM |
| Glicose | 54,06 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 34,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 112,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 14,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,63 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,52 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,24 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 246,50 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 62,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 23,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 55,78 | % |
| AChE | 79,18 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 275,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT1 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 400 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 137,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 386,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 174,10 | mM |
| $K^+$ | 5,30 | mM |
| $Cl^-$ | 233,84 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,71 | mM |
| Glicose | 59,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,56 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,44 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,51 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 152,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 24,66 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 20,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,50 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,04 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 197,21 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 92,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,67 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 57,85 | % |
| AChE | 145,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 202,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 401 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 398,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 190,05 | mM |
| $K^+$ | 7,20 | mM |
| $Cl^-$ | 259,13 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,90 | mM |
| Glicose | 68,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 163,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 645,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 34,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 410,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 13,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,09 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 13,99 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 302,95 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,60 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 72,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,66 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,26 | % |
| AChE | 96,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 257,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 402 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 548,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 201,60 | mM |
| $K^+$ | 6,15 | mM |
| $Cl^-$ | 309,88 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,02 | mM |
| Glicose | 74,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,22 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,38 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,94 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 256,35 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,61 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,09 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 74,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,21 | % |
| AChE | 190,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 241,14 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 403 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 509,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 202,80 | mM |
| $K^+$ | 8,40 | mM |
| $Cl^-$ | 281,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,94 | mM |
| Glicose | 54,81 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,54 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 9,50 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 262,38 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,42 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 73,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,79 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,22 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,09 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,95 | % |
| AChE | 197,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 270,21 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 404 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 111,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 476,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 198,90 | mM |
| $K^+$ | 6,85 | mM |
| $Cl^-$ | 273,50 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,87 | mM |
| Glicose | 58,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,53 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,36 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,47 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,73 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 267,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,89 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 65,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,67 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,47 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,44 | % |
| AChE | 73,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 284,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 405 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 416,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 185,55 | mM |
| $K^+$ | 5,50 | mM |
| $Cl^-$ | 242,90 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,77 | mM |
| Glicose | 57,19 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,05 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 25,15 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 127,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,13 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,81 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,23 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 299,15 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 43,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 97,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 77,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,63 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,02 | % |
| AChE | 72,22 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 299,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 406 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 81,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 414,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 179,85 | mM |
| $K^+$ | 6,10 | mM |
| $Cl^-$ | 275,06 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,70 | mM |
| Glicose | 78,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,96 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 106,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,31 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,68 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 73,47 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 76,58 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,07 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,36 | % |
| AChE | 66,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 266,66 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 407 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 225,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 409,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 184,40 | mM |
| $K^+$ | 8,65 | mM |
| $Cl^-$ | 277,25 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,78 | mM |
| Glicose | 79,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 26,54 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 101,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,03 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,35 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,63 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 278,31 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 42,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 68,93 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 68,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,15 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 12,18 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,20 | % |
| AChE | 80,42 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 224,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 408 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 419,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 184,05 | mM |
| $K^+$ | 5,70 | mM |
| $Cl^-$ | 270,85 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,86 | mM |
| Glicose | 65,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 26,73 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,71 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 116,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,98 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,27 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 281,75 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,67 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 58,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,29 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,42 | % |
| AChE | 42,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 298,36 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 409 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 81,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 440,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 190,05 | mM |
| $K^+$ | 6,50 | mM |
| $Cl^-$ | 278,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,95 | mM |
| Glicose | 68,43 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,37 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,34 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,12 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 15,47 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 291,36 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,06 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 87,23 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,43 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,63 | % |
| AChE | 206,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 278,53 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT2 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 410 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 79,00 | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 454,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 187,00 | mM |
| $K^+$ | 5,65 | mM |
| $Cl^-$ | 304,42 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,98 | mM |
| Glicose | 81,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,41 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,79 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 27,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,06 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 18,46 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 261,99 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,54 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 69,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,28 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,40 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,05 | % |
| AChE | 64,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 254,07 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 411 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 92,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 405,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 177,40 | mM |
| $K^+$ | 4,00 | mM |
| $Cl^-$ | 267,19 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,87 | mM |
| Glicose | 88,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,16 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 32,83 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 10,15 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 122,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 27,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 45,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,24 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,49 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,69 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 251,94 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,41 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,13 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,35 | % |
| AChE | 121,39 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 216,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 412 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 246,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 96,70 | mM |
| $K^+$ | 1,90 | mM |
| $Cl^-$ | 143,69 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,30 | mM |
| Glicose | 58,63 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 35,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 10,34 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 105,74 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 36,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 45,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 15,92 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 2,03 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 184,54 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,83 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 66,86 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,77 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,90 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,39 | % |
| AChE | 152,33 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 211,40 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 413 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 102,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 436,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 175,35 | mM |
| $K^+$ | 8,05 | mM |
| $Cl^-$ | 308,96 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,02 | mM |
| Glicose | 84,95 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 20,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 29,64 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 114,40 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 294,46 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 44,81 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,45 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,39 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,90 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 57,18 | % |
| AChE | 149,88 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 271,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 414 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 110,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 409,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 184,75 | mM |
| $K^+$ | 4,00 | mM |
| $Cl^-$ | 241,11 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,51 | mM |
| Glicose | 55,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 6,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,65 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,27 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 89,00 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,03 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,86 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 199,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,62 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,42 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,46 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,44 | % |
| AChE | 289,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 203,77 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 415 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 440,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 185,50 | mM |
| $K^+$ | 3,75 | mM |
| $Cl^-$ | 279,93 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,97 | mM |
| Glicose | 90,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 24,35 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 147,52 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,12 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,14 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,60 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 240,99 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 25,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 84,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,48 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 14,09 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,22 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 50,22 | % |
| AChE | 107,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 205,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 416 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 112,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 403,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 196,85 | mM |
| $K^+$ | 6,20 | mM |
| $Cl^-$ | 260,05 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,73 | mM |
| Glicose | 76,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 26,28 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 72,59 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,18 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,65 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,79 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 250,21 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 34,41 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,00 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,57 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 11,16 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,21 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,50 | % |
| AChE | 140,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 277,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 417 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 412,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 207,20 | mM |
| $K^+$ | 5,35 | mM |
| $Cl^-$ | 278,76 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,91 | mM |
| Glicose | 85,64 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,32 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,99 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 15,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,70 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 231,04 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,20 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,23 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,51 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,69 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,72 | % |
| AChE | 106,30 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 234,16 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 418 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 101,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 399,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 195,40 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 239,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,51 | mM |
| Glicose | 67,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 22,67 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,91 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,39 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 37,53 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,05 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,18 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,82 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 228,99 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 45,29 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 35,88 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 103,24 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,89 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,80 | % |
| AChE | 153,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 215,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 419 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 123,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 443,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 208,50 | mM |
| $K^+$ | 6,85 | mM |
| $Cl^-$ | 285,51 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,06 | mM |
| Glicose | 55,12 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 24,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,15 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 56,11 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,31 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 224,87 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,44 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,61 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 6,28 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 56,44 | % |
| AChE | 138,47 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 122,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 420 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 347,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 156,55 | mM |
| $K^+$ | 5,00 | mM |
| $Cl^-$ | 263,51 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,99 | mM |
| Glicose | 66,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,11 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,49 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 116,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 17,30 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 10,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,41 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 13,90 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 32,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 192,87 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,90 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,25 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,86 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 27,76 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,51 | % |
| AChE | 206,37 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 135,75 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 421 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 323,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 156,70 | mM |
| $K^+$ | 5,50 | mM |
| $Cl^-$ | 248,52 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,76 | mM |
| Glicose | 60,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,07 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,42 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,05 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 77,82 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,79 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 11,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,97 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 19,82 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 44,33 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 112,53 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 23,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,22 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 44,73 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,91 | % |
| AChE | 113,10 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 144,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 422 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 293,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 147,50 | mM |
| $K^+$ | 5,55 | mM |
| $Cl^-$ | 259,53 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,40 | mM |
| Glicose | 44,76 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,00 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 80,41 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 13,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,89 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 20,79 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 43,13 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 164,75 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 15,05 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,63 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,65 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 35,54 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 73,57 | % |
| AChE | 146,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 246,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 423 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 1,00 | ‰ |
| ANE | 12,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 342,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 159,25 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 275,92 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,97 | mM |
| Glicose | 75,35 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,48 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,11 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 71,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 24,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 15,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 19,03 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 43,72 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,14 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 59,16 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 55,87 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,71 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 30,52 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,89 | % |
| AChE | 182,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 157,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 424 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 314,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 166,90 | mM |
| $K^+$ | 6,10 | mM |
| $Cl^-$ | 227,90 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,83 | mM |
| Glicose | 55,39 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,46 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,45 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 59,73 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,77 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 18,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,09 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 25,01 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 175,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 18,63 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,66 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,21 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 50,65 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,95 | % |
| AChE | 188,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 425 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 272,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 133,45 | mM |
| $K^+$ | 4,35 | mM |
| $Cl^-$ | 210,57 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,90 | mM |
| Glicose | 55,80 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,26 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,51 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 17,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,97 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,61 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,82 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 163,10 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 17,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 44,62 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,51 | % |
| AChE | 173,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 199,23 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 426 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 87,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 9,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 408,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 167,30 | mM |
| $K^+$ | 4,30 | mM |
| $Cl^-$ | 231,11 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,57 | mM |
| Glicose | 60,23 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 6,13 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,13 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,75 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 102,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,25 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,95 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,65 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 252,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,03 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 57,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,42 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,88 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,68 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 2,08 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 33,79 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,29 | % |
| AChE | 137,73 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 264,09 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 427 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 206,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 6,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 355,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 170,35 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 248,05 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,42 | mM |
| Glicose | 48,86 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,99 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,59 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 155,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,85 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,59 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 159,71 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 65,02 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,19 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 18,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 35,94 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 76,02 | % |
| AChE | 118,65 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 137,61 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 428 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 116,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 7,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 391,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 176,85 | mM |
| $K^+$ | 7,70 | mM |
| $Cl^-$ | 238,29 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,03 | mM |
| Glicose | 48,94 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 48,38 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,55 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 6,45 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,31 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,06 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,76 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 180,86 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 48,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,77 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 73,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 15,88 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 47,80 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,75 | % |
| AChE | 84,81 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 741,76 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 429 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 132,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 403,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 173,60 | mM |
| $K^+$ | 4,45 | mM |
| $Cl^-$ | 265,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,01 | mM |
| Glicose | 82,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 79,32 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,94 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 73,63 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,87 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,94 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,47 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 9,50 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 214,50 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,36 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,59 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,80 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 78,77 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,14 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 12,45 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 43,85 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,01 | % |
| AChE | 81,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 227,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 430 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 157,00 | escore |
| MN | 0,33 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 415,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 173,10 | mM |
| $K^+$ | 5,45 | mM |
| $Cl^-$ | 291,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,13 | mM |
| Glicose | 72,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 65,69 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,42 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,49 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 107,49 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,29 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,88 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,61 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 211,46 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,15 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 91,80 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,95 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,53 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 42,20 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,47 | % |
| AChE | 59,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 226,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT3 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 431 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 206,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 394,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 177,85 | mM |
| $K^+$ | 5,05 | mM |
| $Cl^-$ | 326,59 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,84 | mM |
| Glicose | 79,02 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 84,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,26 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,14 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 106,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 30,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,98 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,47 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,03 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 191,52 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 92,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,01 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,86 | % |
| AChE | 44,45 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 102,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 432 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 86,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 422,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 192,75 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 270,38 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,90 | mM |
| Glicose | 55,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,47 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 7,05 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 37,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 23,20 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,68 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,39 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 16,22 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 276,63 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 69,05 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,98 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,54 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,73 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 58,01 | % |
| AChE | 47,43 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 308,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 433 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 120,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 519,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 204,50 | mM |
| $K^+$ | 7,25 | mM |
| $Cl^-$ | 304,05 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,03 | mM |
| Glicose | 68,21 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,18 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 10,31 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,29 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 50,61 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,46 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,48 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 19,52 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 261,72 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 33,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,00 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,10 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,34 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,34 | % |
| AChE | 254,72 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 220,52 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 434 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 86,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 461,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 195,65 | mM |
| $K^+$ | 7,10 | mM |
| $Cl^-$ | 263,07 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,94 | mM |
| Glicose | 58,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,83 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,53 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 89,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 51,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,32 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 15,58 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 281,91 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 40,76 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 85,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 3,51 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,64 | % |
| AChE | 101,64 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 243,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 435 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 329,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,50 | mM |
| $K^+$ | 5,15 | mM |
| $Cl^-$ | 250,64 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,55 | mM |
| Glicose | 82,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,31 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 9,42 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 19,06 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,24 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 17,46 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,15 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 15,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 27,12 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 52,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 204,90 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 22,98 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,50 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,95 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,62 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,72 | % |
| AChE | 107,85 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 186,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 436 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 367,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 177,95 | mM |
| $K^+$ | 6,45 | mM |
| $Cl^-$ | 262,39 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,86 | mM |
| Glicose | 82,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 11,58 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,57 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 10,32 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 22,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 14,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 11,14 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 37,29 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 234,85 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,84 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 18,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,83 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,75 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,51 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,48 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,81 | % |
| AChE | 140,06 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 93,50 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 437 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 259,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 134,90 | mM |
| $K^+$ | 6,20 | mM |
| $Cl^-$ | 209,58 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,14 | mM |
| Glicose | 55,24 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,28 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 9,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 18,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 12,73 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 14,95 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 48,84 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 200,37 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,62 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,49 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,71 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,89 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,27 | % |
| AChE | 184,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 158,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 438 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 108,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 483,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 201,55 | mM |
| $K^+$ | 6,90 | mM |
| $Cl^-$ | 280,55 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,93 | mM |
| Glicose | 58,68 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,60 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,43 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 79,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,16 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,37 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,72 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 275,54 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,98 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 62,32 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 81,69 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,90 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,47 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,92 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 68,35 | % |
| AChE | 93,80 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 275,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 439 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 413,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 185,70 | mM |
| $K^+$ | 6,35 | mM |
| $Cl^-$ | 280,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,91 | mM |
| Glicose | 56,50 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,77 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,04 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,70 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,91 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 2,36 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,86 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,41 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,58 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 279,88 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 49,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,84 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,81 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 9,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 4,07 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,20 | % |
| AChE | 248,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 343,98 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 440 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 421,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 179,90 | mM |
| $K^+$ | 7,85 | mM |
| $Cl^-$ | 244,61 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,76 | mM |
| Glicose | 54,27 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 8,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,65 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,43 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 43,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 35,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,75 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 18,33 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 245,12 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,38 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 39,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,09 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,17 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 65,09 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,01 | % |
| AChE | 207,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 290,12 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 441 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 352,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 93,85 | mM |
| $K^+$ | 9,50 | mM |
| $Cl^-$ | 267,74 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,47 | mM |
| Glicose | 93,33 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 7,50 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,12 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 7,45 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 246,81 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 46,52 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 26,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,74 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 148,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 15,78 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,36 | % |
| AChE | 38,90 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 111,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 442 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 193,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 471,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 199,85 | mM |
| $K^+$ | 7,45 | mM |
| $Cl^-$ | 289,29 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,00 | mM |
| Glicose | 68,41 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,88 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,64 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 53,10 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,85 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,09 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 260,16 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,92 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 75,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 75,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 16,67 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 65,11 | % |
| AChE | 76,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 260,89 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 443 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 96,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 416,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 195,00 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 263,67 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,83 | mM |
| Glicose | 59,59 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 7,08 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,93 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 9,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,13 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,39 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,57 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,98 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 253,33 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 40,50 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,05 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 86,59 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 17,93 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 72,50 | % |
| AChE | 311,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 380,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 444 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 124,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 0,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 427,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 189,90 | mM |
| $K^+$ | 6,60 | mM |
| $Cl^-$ | 257,81 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,75 | mM |
| Glicose | 59,01 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,97 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,09 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 12,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,34 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 41,90 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,93 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,11 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 17,65 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 300,03 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 39,60 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 64,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 81,02 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,11 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 48,05 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,86 | % |
| AChE | 201,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 303,95 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 445 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 220,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 1,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 423,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 184,45 | mM |
| $K^+$ | 8,10 | mM |
| $Cl^-$ | 261,09 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,63 | mM |
| Glicose | 67,17 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 14,61 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,50 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,07 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 32,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 40,38 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,31 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,16 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,30 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 296,54 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 41,20 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 57,51 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 79,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,20 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,69 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,88 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,18 | % |
| AChE | 87,58 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 272,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT4 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 446 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 311,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 149,80 | mM |
| $K^+$ | 5,45 | mM |
| $Cl^-$ | 201,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 71,40 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,11 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,27 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,44 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 24,28 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,35 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,52 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,05 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,91 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}$.$h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 149,21 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,78 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 7,73 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,43 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,91 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,42 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,23 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 67,77 | % |
| AChE | 126,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 180,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 447 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 55,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 5,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 427,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 180,55 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 265,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,86 | mM |
| Glicose | 68,54 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 15,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 21,79 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,34 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,41 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,07 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 31,25 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,27 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,71 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,10 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 242,98 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 37,21 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,17 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 83,78 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,51 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,00 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 11,80 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 61,58 | % |
| AChE | 75,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 220,42 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 448 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 87,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 27,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 446,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 179,90 | mM |
| $K^+$ | 5,35 | mM |
| $Cl^-$ | 237,66 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,65 | mM |
| Glicose | 62,72 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,10 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 23,08 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 89,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 10,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 43,39 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,59 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 14,44 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 257,92 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 60,89 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 95,75 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 16,29 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 64,55 | % |
| AChE | 105,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 214,32 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 449 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 86,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 38,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 415,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 179,85 | mM |
| $K^+$ | 6,10 | mM |
| $Cl^-$ | 248,99 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,99 | mM |
| Glicose | 81,09 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,30 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 18,40 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,92 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 84,18 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,43 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 3,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,06 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,32 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 13,84 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,28 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,35 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 50,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,81 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,06 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,57 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,94 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,12 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,73 | % |
| AChE | 98,29 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 283,05 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 450 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 79,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 23,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 406,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 182,25 | mM |
| $K^+$ | 4,10 | mM |
| $Cl^-$ | 271,08 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,92 | mM |
| Glicose | 86,29 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 12,49 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 16,40 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,22 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 130,31 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,01 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 44,08 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,72 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 0,67 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,92 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 309,90 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 48,65 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,21 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 38,09 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 70,41 | % |
| AChE | 68,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 209,49 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 451 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 74,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 24,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 408,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 177,70 | mM |
| $K^+$ | 3,70 | mM |
| $Cl^-$ | 253,04 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,02 | mM |
| Glicose | 80,70 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,90 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 32,25 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,39 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 86,42 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 9,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 38,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,96 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,16 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 14,47 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 370,52 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 49,68 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 83,57 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 111,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,86 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,76 | % |
| AChE | 242,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 247,19 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 452 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 52,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 18,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 435,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 182,70 | mM |
| $K^+$ | 5,00 | mM |
| $Cl^-$ | 255,31 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,91 | mM |
| Glicose | 60,92 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,79 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 20,67 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,09 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 126,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,97 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 55,29 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,64 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 6,60 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,98 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 12,79 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 285,29 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 35,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,58 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 96,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,70 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,72 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,37 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,03 | % |
| AChE | 110,60 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 453 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>_____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 91,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 392,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 163,85 | mM |
| $K^+$ | 4,80 | mM |
| $Cl^-$ | 255,70 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,99 | mM |
| Glicose | 101,45 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,87 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 37,33 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 4,01 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 162,27 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 11,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 49,24 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,85 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,58 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,28 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 11,89 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 217,29 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,88 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 63,35 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 63,94 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,91 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 7,81 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,55 | % |
| AChE | 57,01 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 185,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 454 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 59,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 20,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 433,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 154,40 | mM |
| $K^+$ | 5,55 | mM |
| $Cl^-$ | 281,70 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,00 | mM |
| Glicose | 97,58 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 48,05 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,73 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,95 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 96,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 8,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,50 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 0,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,68 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 10,34 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 337,04 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 61,64 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 48,85 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 6,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 80,12 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,27 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 0,99 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 19,66 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 62,69 | % |
| AChE | 87,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 284,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 455 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 392,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 174,85 | mM |
| $K^+$ | 5,90 | mM |
| $Cl^-$ | 274,75 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,00 | mM |
| Glicose | 72,51 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,98 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,14 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,40 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 54,66 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 21,21 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 25,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,48 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 13,49 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 34,75 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 216,10 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 21,77 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,48 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,62 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 36,29 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,12 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,61 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 8,33 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,22 | % |
| AChE | 190,00 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 113,26 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 456 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 294,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 153,25 | mM |
| $K^+$ | 4,40 | mM |
| $Cl^-$ | 233,06 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,49 | mM |
| Glicose | 59,82 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,30 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,47 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 42,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 7,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 19,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,30 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 8,78 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 4,26 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 9,43 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 31,11 | $\mu mol$ ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 194,32 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 24,25 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 39,48 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,06 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 36,44 | $\mu mol$ glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 60,25 | % |
| AChE | 143,79 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 138,44 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

| | |
|---|---|
| lactec INOVADORES POR NATUREZA | **LAUDO DE ANÁLISE**<br>**LabTAA MA** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| | | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| | | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 457 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | _____<br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 335,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 164,50 | mM |
| $K^+$ | 4,65 | mM |
| $Cl^-$ | 249,77 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,06 | mM |
| Glicose | 71,25 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 9,99 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 13,34 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 5,49 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 23,44 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 19,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 38,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 2,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 218,29 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,99 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 61,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,39 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,89 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,34 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 51,78 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 59,74 | % |
| AChE | 147,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 140,62 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT5 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 458 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 121,90 | mM |
| $K^+$ | 3,20 | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 7,76 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 3,41 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 74,08 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 19,93 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,34 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 7,96 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 3,07 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 7,51 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 31,01 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 192,19 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 27,73 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 6,68 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,18 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 34,48 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,47 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,14 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 10,57 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,66 | % |
| AChE | 138,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 149,87 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 459 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 17,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | NA | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 213,57 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 19,24 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 15,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 2,03 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 57,85 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,65 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 54,39 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 5,49 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 79,80 | % |
| AChE | 195,57 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 177,48 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 460 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 2,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 362,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 171,65 | mM |
| $K^+$ | 5,10 | mM |
| $Cl^-$ | 288,38 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,75 | mM |
| Glicose | 93,89 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 22,14 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | ND | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | ND | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 67,50 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,82 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 58,16 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | ND | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 219,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 12,43 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 5,54 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 8,02 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 352,22 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 36,55 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 47,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,76 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 29,92 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,53 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 3,57 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,10 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 55,70 | % |
| AChE | 206,83 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | NA | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 461 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,55 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 9,50 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 26,78 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 3,43 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,12 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 13,25 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,59 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 16,10 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 481,61 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 74,46 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,46 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 3,80 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 38,33 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,64 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 9,65 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 18,75 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,34 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,68 | % |
| AChE | 148,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 158,82 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 462 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 8,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 393,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 198,70 | mM |
| $K^+$ | 7,80 | mM |
| $Cl^-$ | 318,37 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,93 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 17,28 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,08 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,07 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 18,14 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,19 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 67,60 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,65 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 20,61 | $\mu mol\ ADP.mg$ de proteína$^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 1029,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 52,33 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | ND | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 15,56 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 100,28 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,40 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,08 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 4,25 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,32 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,04 | % |
| AChE | 139,51 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 257,35 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 463 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 13,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | NA | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | NA | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | NA | mM |
| $Mg^{2+}$ | NA | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 12,71 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 11,54 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 45,80 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,66 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 21,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,14 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 14,79 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | 6,64 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 1,40 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | 28,07 | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 175,82 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 18,40 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 11,01 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 1,61 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 34,98 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | 0,10 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | 0,72 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 1,83 | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 0,66 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,29 | % |
| AChE | 124,71 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 198,24 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 464 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 19,33 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 351,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 177,55 | mM |
| $K^+$ | 4,05 | mM |
| $Cl^-$ | 304,81 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,86 | mM |
| Glicose | 85,85 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 16,47 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 14,51 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 6,74 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 43,20 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,94 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 22,36 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 39,55 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,62 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,99 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 37,55 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 214,97 | $\mu mol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 20,42 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 24,30 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,52 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,16 | $nmol.\ min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,41 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,69 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 5,84 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 9,44 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 63,86 | % |
| AChE | 111,13 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 189,86 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 465 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 407,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 191,75 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 277,46 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,91 | mM |
| Glicose | 78,42 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 11,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,56 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 11,70 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 13,04 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,37 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 19,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,04 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 38,93 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,23 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 4,94 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 26,30 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 288,18 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 16,00 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 56,59 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,46 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 48,72 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,49 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,83 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,33 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,89 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 75,55 | % |
| AChE | 181,96 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 163,42 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 466 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 4,67 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 397,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 190,25 | mM |
| $K^+$ | 7,50 | mM |
| $Cl^-$ | 277,84 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,87 | mM |
| Glicose | 84,34 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 13,22 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 10,59 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 5,38 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 47,36 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 4,28 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 5,47 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 19,67 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 52,45 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 219,21 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 30,13 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 31,56 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 4,67 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 33,91 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,17 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,58 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 6,78 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,06 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 57,99 | % |
| AChE | 147,31 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 185,54 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 467 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 58,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 3,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 319,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 168,40 | mM |
| $K^+$ | 5,60 | mM |
| $Cl^-$ | 228,94 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,58 | mM |
| Glicose | 77,65 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 41,44 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | NA | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 304,01 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 34,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 27,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,26 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 98,69 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 0,59 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 7,47 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,20 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,65 | % |
| AChE | 23,94 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 112,27 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec<br>Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas<br>Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 468 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| **Tecido analisado: Sangue** | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | 66,00 | escore |
| MN | 0,00 | ‰ |
| ANE | 16,00 | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 349,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 191,20 | mM |
| $K^+$ | 6,00 | mM |
| $Cl^-$ | 244,39 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,12 | mM |
| Glicose | 61,18 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 10,03 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 19,23 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | NA | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 81,17 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | NA | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,10 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 5,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 9,12 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 3,64 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 6,00 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 386,33 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 38,44 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,40 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 3,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 182,47 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,05 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,13 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 2,77 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 74,81 | % |
| AChE | 73,41 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 256,15 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 469 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 430,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 195,45 | mM |
| $K^+$ | NA | mM |
| $Cl^-$ | 286,35 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 2,88 | mM |
| Glicose | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | NA | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | NA | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | NA | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | NA | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| $H^+$-ATPase | NA | $\mu mol\ ADP.mg\ de\ proteína^{-1}.h^{-1}.$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 637,63 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| SOD | 21,17 | $U.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| $GP_x$ | 229,52 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GSH | 5,83 | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| GST | 67,19 | $nmol.\ min^{-1}.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| MT | NA | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| LPO | ND | $nmol.mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | NA | $atividade\ da\ AC.\ mg\ de\ proteína^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,13 | $\mu mol\ glicosil\text{-}glicose.g\ de\ tecido\ úmido^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 66,03 | % |
| AChE | 73,56 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 97,02 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

# LAUDO DE ANÁLISE
## LabTAA MA

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Emissão:** | 31/01/2020 | | | |
| **Objetivo:** | Emissão de resultados de análises de biomarcadores | | | |
| **Nome do solicitante:** | Dr. José Adércio Leite Sampaio | | | |
| **Nome do cliente:** | Ministério Público Federal (MPF) - Procuradoria da República em Minas Gerais | | | |
| **Endereço do cliente:** | Av. Brasil, 1877 | | | |
| **Cidade / Estado:** | Belo Horizonte/MG | **CEP:** | 30140-007 | **Telefone:** |
| **Email:** | joseadercio@mpf.mp.br | | | |
| **Executante:** | Institutos Lactec | | | |
| | Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 \| Jardim das Américas | | | |
| | Caixa Postal 19067 \| CEP 81531-980 \| Curitiba – Paraná – Brasil | | | |
| **Amostrador:** | LACTEC | | | |
| **Campanha/Compartimento/Ponto:** | CHUVOSA/5/PT6 | | | |
| **Amostra:** | PEIXE 470 | | | |
| **Metodologia:** | Conforme descrição no quadro de metodologias disponível ao final do documento | | | |

| **Equipe Técnica** | **Aprovado por:** |
|---|---|
| Luciana Rodrigues de Souza Bastos<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 66933/07-D<br>MA/Coordenação do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Letícia da Silva Pereira Fernandes<br>Bióloga, D.Sc – CRBio 108582/07-D<br>MA/Pesquisadora do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Kelly Sabrina Riby Afonso<br>Técnica em Química<br>MA/Técnica do Laboratório de Toxicologia e Avaliação Ambiental - LabTAA<br><br>Claudia Bueno dos Reis Martinez<br>Bióloga, D.Sc. Coordenadora do Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA-UEL). Consultora em ecotoxicologia, responsável pelas análises de: danos ao DNA (ensaio cometa), anidrase carbônica, $Na^+K^+$-ATPase, $H^+$-ATPase e glicogênio | <br>Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.<br>Biólogo / CRBio 28808-07D<br>Coordenador Geral do Diagnóstico Socioambiental do rio Doce |

**As considerações e resultados contidos neste laudo de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.**

*Reproduções deste documento e/ou uso destes dados só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.*

| Tecido analisado: Sangue | | |
|---|---|---|
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Escore de dano em DNA | NA | escore |
| MN | NA | ‰ |
| ANE | NA | ‰ |
| | | |
| **Tecido analisado: Plasma** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| OSM | 402,00 | $mOsm.kgH_2O^{-1}$ |
| $Na^+$ | 187,05 | mM |
| $K^+$ | 9,75 | mM |
| $Cl^-$ | 258,10 | mM |
| $Mg^{2+}$ | 3,05 | mM |
| Glicose | 65,91 | $mg.dL^{-1}$ |
| Lactato | 53,71 | $mg.dL^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Brânquia** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 15,35 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 8,93 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 33,74 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 1,54 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 25,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,22 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 9,03 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| AC | 2,85 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| $Na^+/K^+$-ATPase | 6,40 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| $H^+$-ATPase | 27,04 | µmol ADP.mg de proteína$^{-1}.h^{-1}$. |
| | | |
| **Tecido analisado: Fígado** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| CAT | 450,75 | $\mu mol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| SOD | 31,14 | U. mg de proteína$^{-1}$ |
| $GP_x$ | 46,13 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| GSH | 2,33 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| GST | 157,21 | $nmol.\ min^{-1}.mg$ de proteína$^{-1}$ |
| MT | 0,11 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| LPO | 1,02 | nmol.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Rim** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AC | 8,79 | atividade da AC. mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Músculo** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| Glicogênio | 1,16 | µmol glicosil-glicose.g de tecido úmido$^{-1}$ |

| | | |
|---|---|---|
| TH | 71,10 | % |
| AChE | 39,46 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Tecido analisado: Cérebro** | | |
| **Biomarcador** | **Resultado** | **Unidade** |
| AChE | 149,99 | nmol. $min^{-1}$.mg de proteína$^{-1}$ |
| | | |
| **Metodologias** | | |
| Escore da dano ao DNA (ensaio cometa): SINGH, N.P., MCCOY, M.T., TICE, R.R., SCHNEIDER, E.L.A. Single technique for quantification of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental Cellular Research, v. 175, p. 184-191, 1988. | | |
| Micronúcleo (Mn) e Anormalidades nucleares eritrocitárias (ANEs): CARRANO, A. V., HEDDLE, J. A.. The Fate of Chromosome Aberrations. Journal of Theoretical Biology, v. 38, p. 289-304, 1973.<br>CARRASCO, K.R., TILBURY, K.L., MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronuclei test as an *in situ* biological indicator of chemical contaminant effects. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123-2136. 1990. | | |
| Osmolalidade: Micro-osmômetro de pressão de vapor | | |
| Íons ($Na^+$, $K^+$): Fotometria de chama | | |
| Íons ($Cl^-$, $Mg^{2+}$): Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Glicose e Lactato: Colorimetria (kit Labtest®) | | |
| Catalase (CAT): AEBI, H. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology, v. 105, p. 121–126, 1984. | | |
| Superoxide dismutase (SOD): MCCORD, J.E., FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase. An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). Journal of Biological Chemistry, v. 244, p. 6049-6055, 1969. | | |
| Glutationa Peroxidase (GPx): HOPKINS, J.; TUDHOPE, R. Glutathione Peroxidase in Human Red Cells in Health and Disease. *British* Journal of Haematology, 25, 563-575. 1973. | | |
| Glutationa reduzida (GSH): BEUTLER, E., DURON, O., KELLY, B. M. Improved method for the determination of blood glutathione. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, v. 61, p. 882-890, 1963. | | |
| Glutationa S-Transferase (GST): KEEN, J.H., HABIG, W.H., JAKOBY, W.B. Mechanism for several activities of the glutathione-S-transferase. Journal of Biological Chemistry, v. 251, p. 6183–6188, 1976. | | |
| Metalotioneína (MT): VIARENGO, A., PONZANO, E., DONDERO, F., FABBRI, R. A Simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: An application to mediterranean and antarctic molluscs. Marine Environmental Research, v. 44(1), p. 69-84, 1997.<br>LINDE, A.R., GARCIA-VAZQUEZ, E. A simple assay to quantify metallothionein helps to learn about bioindicators and environmental health. Biochemistry and Molecular Biology Education, v. 34, nº. 5, p. 360–363, 2006. | | |
| Lipoperoxidação (LPO): CAMEJO, G., WALLIN, B., ENOJÄRVI, M. Analysis of oxidation and antioxidants using microtiter plates. In: Amostrong, D. (ed). Free radicals and antioxidants protocols. Human Press, New Jersey, pp. 377-387, 1998. | | |
| Anidrase Carbônica (AC): HENRY, R.P. Techniques for measuring carbonic anhydrase *in vitro*: the electrometric delta pH and pH stat assays. In: Dodgson, S.J., Tashian, R.E., Gros, G., Carter, N.D. (Eds.): The Carbonic Anhydrases: Cellular Physiology and Molecular Genetics. Plenum Press, New York, pp. 119–126, 1991.<br>VITALE, A.M., MONSERRAT, J.M., CASTILHO, P., RODRIGUEZ, E.M. Inhibitory effects of cadmium on carbonic anhydrase activity and ionic regulation of the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Grapsidae). Comparative Biochemistry and Physiology, v. 122 (C), p. 121–129, 1999. | | |
| $Na^+$, $K^+$- ATPase (NAK) e $H^+$-ATPase: GIBBS, A., SOMERO, G.N. Pressure adaptation of $Na^+/K^+$-ATPase in gills of marine teleosts. Journal of Experimental Biology, 143, pp. 475-492, 1989.<br>KÜLTZ, D., SOMERO, G. Osmotic and thermal effects on *in situ* ATPase activity in permeabilized gill epithelial cells of the fish *Gillichthys mirabilis*. Journal of Experimental Biology, v. 198, pp. 1883–1894, 1995. | | |
| Glicogênio: BIDINOTTO, P.M., SOUZA, R.H.S., MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fishes: procedure for field determinations of micro samples. Boletim Técnico do CEPTA-Pirassununga, v. 10, pp. 53-60. 1997. | | |
| Acetilcolinesterase (AChe): ELLMAN, G.L., COURTNEY, K.D., ANDRES, V.J., FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, v. 7, p. 88–95, 1961. | | |
| | | |
| **Legendas:** | | |
| **NA**: não analisado<br>**ND**: não determinado | | |

institutos lactec
INOVADORES POR NATUREZA




**www.institutoslactec.org.br**

CONTATO

**Leonardo Pussieldi Bastos**
Divisão de Meio Ambiente
T + 55 (41) 3361-6882
leonardo.bastos@lactec.org.br

Rodovia BR-116, km 98, nº 8.813 | Jardim das Américas | CEP: 81531-980 | Curitiba – Paraná – Brasil