

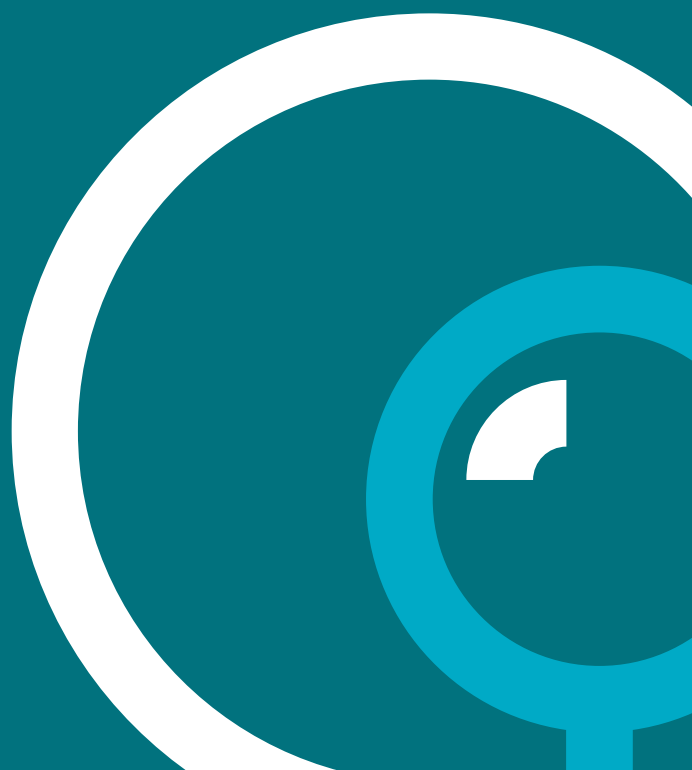
Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente

3º Relatório Parcial de Resultados: Cheia de 2020

Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da
barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente

3º Relatório Parcial de Resultados: Cheia de 2020

Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Setembro/2018



Documento:	Diagnóstico Socioambiental - 3º Relatório Parcial de Resultados
Considerações Gerais:	Este documento refere-se ao 3º Relatório Parcial de Resultados, parte integrante do Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente, o qual apresenta resultados sobre a cheia de 2020.
Contrato:	4500173758 – Samarco/Lactec
Solicitante:	Empresa: Ministério Público Federal 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 Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 Jardim das Américas Caixa Postal 19067 CEP 81531-980 Curitiba – PR – BR e-mail: leonardo.bastos@lactec.org.br Divisão de Meio Ambiente 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

PRESIDÊNCIA		
Luiz Fernando Vianna	Diretor Presidente	
DIRETORIA		
Lauro Elias Neto	Diretor de Operações Tecnológicas	
Hélio Padilha	Diretor de Desenvolvimento Tecnológico	
Katia Patrícia Campanharo Fiebich Peroni	Diretora Administrativo-Financeira	
Carlos Eduardo Ribas	Diretor Comercial	
GERÊNCIA DE SEGMENTO		
André Ricardo Capra	MSc. Engenheiro Mecânico	Ensaio e Análises. Laboratoriais
Luiz Alkimin de Lacerda	Dr. Engenheiro Civil	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Tania Lucia Graf de Miranda	Dra. Engenheira Agrônoma	Serviços Tecnológicos e Inovação
GERÊNCIA DE ÁREA		
Betina Lepretti Medeiros	MSc. Engenheira Civil	Estruturas Cíveis
Fabiano Scheer Hainosz	MSc. Engenheiro Cartógrafo	Geossoluções
Guilherme Cunha da Silva	Dr. Engenheiro Eletricista	Materiais
Leandro Zem	Administrador de Empresas	Escritório de Projetos
Jefferson Arndt	Esp. Analista de Sistemas	Inteligência de Negócios
Rodrigo Soares Ferreira	MSc. Químico	Análises Químicas
Rosana de Fátima Colaço Gibertoni	MSc. Engenheira Civil	Meio Ambiente
EQUIPE TÉCNICA		
COORDENAÇÃO DO PROJETO		
Leonardo Pussieldi Bastos	MSc. Biólogo	Coordenação Geral
Luiz Alkimin de Lacerda	Dr. Engenheiro Civil	Coordenação Técnica
Tania Lucia Graf de Miranda	Dra. Engenheira Agrônoma	Coordenação Técnica
Gleiciane Fernanda de Carvalho Blanc	MSc. Engenheira Ambiental	Coordenação Executiva
GESTÃO E ACOMPANHAMENTO		
Franciele Dãobroski	Esp. Engenheira Eletricista	Analista de Projeto
Guilherme de Poli	Administrador de Empresas	Analista de Projeto
Leandro Zem	Esp. Administrador de Empresas	Analista de Projeto
EQUIPE EXECUTORA		
Ana Paula Zampieri da Silva	Técnica em Geoprocessamento	Geoprocessamento
Davi da Silva Nascimento	Esp. Engenheiro Cartógrafo	Geoprocessamento
Fabiano Scheer Hainosz	MSc. Engenheiro Cartógrafo	Geoprocessamento
Lazaro Filipe de Souza	Geógrafo	Geoprocessamento

Maricler Toigo	Tecnóloga em Processamento de Dados	Geoprocessamento
Bruna Arcie Polli	Dra. Engenheira Ambiental	Hidrologia e Hidrossedimentologia
João Paulo Jankowski Saboia	MSc. Engenheiro Ambiental	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Rosana de Fátima Colaço Gibertoni	MSc. Engenheira Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Rubem Luiz Daru	MSc. Engenheiro Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Alcides Conte Neto	Estatístico	Águas Superficiais Continentais
Ana Carolina Canossa Becker	Engenheira Civil	Águas Superficiais Continentais
Ana Carolina Wosiack	MSc. Bióloga	Águas Superficiais Continentais
Marianne Schaefer França Sieciechowicz	MSc. Engenheira Ambiental	Águas Superficiais Continentais
Nicole Machuca Brassac de Arruda	Dra. Bióloga	Águas Superficiais Continentais
Luciano Hermanns	Dr. Oceanógrafo	Águas e Sedimentos Costeiros
Tomaz Bohrer Brentano	Engenheiro Ambiental	Águas e Sedimentos Costeiros
Gheysa do Rocio Morais Pires	MSc. Tecnóloga em Química Ambiental	Qualidade de Sedimentos Continentais
Ernesto Goldfarb Figueira	MSc. Geólogo	Qualidade de Sedimentos Continentais
Isabella Francoso Rebutini Figueira	Dra. Geóloga	Qualidade de Sedimentos Continentais
Bernardo Lipski	MSc. Engenheiro Agrônomo	Solos
Letícia de Pierri	Dra. Engenheira Agrônoma	Solos
Karime Dawidziak Piazzetta	MSc. Tecnóloga em Processos Ambientais	Atmosfera
Luis Eduardo Soares Mayer	Geógrafo	Atmosfera

EQUIPE DE CAMPO

Rômulo Henrique Santos Correa	Técnico em hidrologia	Águas superficiais e sedimentos
Fernando Figueiredo Laabs	Técnico em hidrologia	Águas superficiais e sedimentos
Adilson José de Lara	Hidrometrista	Águas superficiais e sedimentos
Fernando Gonçalves Opalinski	Técnico em eletrônica	Águas superficiais e sedimentos

ESTAGIÁRIOS

Larissa Moreira Pinho	Engenharia Cartográfica e de Agrimensura	Geoprocessamento
Antônio José Hamerschmidt	Estatística	Águas Superficiais Continentais e Qualidade dos Sedimentos Continentais

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das estações amostrais nas quais foram coletados sedimentos para análises físico-químicas.	36
Figura 2 – Estações fluviométricas utilizadas para análise da cheia de 2020.....	39
Figura 3 – Vazões específicas de estações localizadas nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.....	40
Figura 4 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Fazenda Cachoeira D’Antas.	41
Figura 5 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Cachoeira dos Óculos.....	41
Figura 6 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Belo Oriente.	42
Figura 7 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Governador Valadares.....	42
Figura 8 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Colatina Corpo de Bombeiros.	43
Figura 9 – Vazões específicas de estações localizadas na calha do rio Doce.	44
Figura 10 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Governador Valadares, com dados da linha-base e pós-desastre.	45
Figura 11 – Acumulado de precipitação na bacia, entre 1985 e 2020.	46
Figura 12 – Anomalia de precipitação na bacia, entre 1985 e 2020.	46
Figura 13 – Anomalia de precipitação para o mês de janeiro de 2020.	47
Figura 14 – Anomalia de precipitação para o mês de fevereiro de 2020.....	47
Figura 15 – Anomalia de precipitação para o mês de janeiro de 2016.	48
Figura 16 – Anomalia de precipitação para o mês de fevereiro de 2018.....	48
Figura 17 – Vazões médias diárias (azul escuro), média de 7 dias (azul claro) e mínimas no período pós-desastre na estação Cachoeira dos Óculos Montante.	49
Figura 18 – Vazões médias diárias (azul escuro), média de 7 dias (azul claro) e mínimas no período pós-desastre na estação Governador Valadares.....	50
Figura 19 – Localização e documentação fotográfica do ponto T1/AF1.	52
Figura 20 – Localização e documentação fotográfica do ponto T2/PC1.....	53
Figura 21 – Localização e documentação fotográfica do ponto T3/AF2.	54
Figura 22 – Localização e documentação fotográfica do ponto Ponto adicional 1.....	55
Figura 23 – Localização e documentação fotográfica do ponto T4/AF3.	56
Figura 24 – Localização e documentação fotográfica do ponto T5/PC3.....	57
Figura 25 – Localização e documentação fotográfica do ponto R1/AF4.....	58
Figura 26 – Localização e documentação fotográfica do ponto UHE Risoleta Neves.	60
Figura 27 – Localização e documentação fotográfica do ponto R2/AF5.	62

Figura 28 – Localização e documentação fotográfica do ponto de observação 1.	63
Figura 29 – Localização e documentação fotográfica do ponto R3/AF6.	65
Figura 30 – Localização e documentação fotográfica do ponto de observação 2.	66
Figura 31 – Localização e documentação fotográfica do ponto R4/AF7.	67
Figura 32 – Localização e documentação fotográfica do ponto T6/PC6.	68
Figura 33 – Localização e documentação fotográfica do ponto T7/PC8.	69
Figura 34 – Localização e documentação fotográfica do ponto R5/AF8.	70
Figura 35 – Localização e documentação fotográfica do ponto R6/AF9.	71
Figura 36 – Localização e documentação fotográfica do ponto T8/AF10.	72
Figura 37 – Localização e documentação fotográfica do ponto R7/AF11.	73
Figura 38 – Localização e documentação fotográfica do ponto T9/AF12.	74
Figura 39 – Localização e documentação fotográfica do ponto R8/AF13.	75
Figura 40 – Localização e documentação fotográfica do ponto Clube do Garfo.	76
Figura 41 – Localização e documentação fotográfica do ponto R9/AF14.	77
Figura 42 – Localização e documentação fotográfica do ponto T10/PC10.	78
Figura 43 – Localização e documentação fotográfica do ponto R10/AF15.	79
Figura 44 – Localização e documentação fotográfica do ponto T11/AF16.	80
Figura 45 – Localização e documentação fotográfica do ponto R11/AF17.	81
Figura 46 – Localização e documentação fotográfica do ponto R12/AF18.	82
Figura 47 – Localização e documentação fotográfica do ponto da UHE Aimorés.	83
Figura 48 – Localização e documentação fotográfica do ponto T12/AF19.	84
Figura 49 – Localização e documentação fotográfica do ponto R13/AF20.	85
Figura 50 – Localização e documentação fotográfica do ponto da UHE Mascarenhas.	86
Figura 51 – Localização e documentação fotográfica do ponto R14/AF21.	87
Figura 52 – Localização e documentação fotográfica do ponto R15/AF22.	88
Figura 53 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa do Limão – L1.	89
Figura 54 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Nova – L2.	90
Figura 55 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Juparanã – L3.	91
Figura 56 – Localização e documentação fotográfica do ponto R16/AF23.	92
Figura 57 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Areão – L4.	93
Figura 58 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Areal – L5.	94
Figura 59 – Localização e documentação fotográfica do canal da Lagoa Monsarás – L6.	95

Figura 60 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Monsarás – L7.	96
Figura 61 – Superfície física (SF), geóide e elipsóide.	97
Figura 62 – Diferença conceitual entre os referenciais SAD- 69 e SIRGAS-2000.....	99
Figura 63 – Monografia RBMC – MGBH.	102
Figura 64 – Monografia RBMC – CEFE.....	103
Figura 65 – Monografia RBMC – VICO.	104
Figura 66 – Monografia M110 – Hotel Avenida Palace.	105
Figura 67 – Monografia M115 – Ágil Hotel.	106
Figura 68 – Monografia M116 – Hotel BHS.....	107
Figura 69 – Monografia Hotel La Fontaine.....	108
Figura 70 – Monografia Regência.....	109
Figura 71 – Monografia UHE Risoleta Neves.....	110
Figura 72 – Modelo Geoidal.	112
Figura 73 – Localização das Bases Estáticas que serviram de apoio ao longo do Rio Doce.	113
Figura 74 – Localização das réguas limnimétricas ao longo do rio Doce.....	114
Figura 75 – Marca do pico de cheia em uma edificação no município de Naque – MG.	115
Figura 76 – Marca do pico de cheia em uma edificação no município de Governador Valadares – MG.	115
Figura 77 – Equipe de campo medindo a altura do pico da cheia.....	116
Figura 78 – Marca do pico de cheia no município de Periquito, distrito de Pedra Corrida – MG.	116
Figura 79 – Marca do pico de cheia no município de Colatina - ES.....	117
Figura 80 – Marca do pico de cheia no município de Linhares, distrito de Regência – ES.....	117
Figura 81 – Monografia Base RTK - R1.	124
Figura 82 – Monografia Base RTK - R1.	125
Figura 83 – Monografia Base RTK - R3.	126
Figura 84 – Monografia Base RTK - R3.	127
Figura 85 – Monografia Base RTK – R4.	128
Figura 86 – Monografia Base RTK – R4.	129
Figura 87 – Monografia Base RTK – R5.	130
Figura 88 – Monografia Base RTK – R5.	131
Figura 89 – Monografia Base RTK – R6.	132
Figura 90 – Monografia Base RTK – R6.	133
Figura 91 – Monografia Base RTK – R7.....	134

Figura 92 – Monografia Base RTK – R7.....	135
Figura 93 – Monografia Base RTK – R8.	136
Figura 94 – Monografia Base RTK – R8.	137
Figura 95 – Monografia Base RTK – R9.	138
Figura 96 – Monografia Base RTK – R9.	139
Figura 97 – Monografia Base RTK – R10.	140
Figura 98 – Monografia Base RTK – R10.	141
Figura 99 – Monografia Base RTK – R11.	142
Figura 100 – Monografia Base RTK – R11.	143
Figura 101 – Monografia Base RTK – R12.....	144
Figura 102 – Monografia Base RTK – R12.	145
Figura 103 – Monografia Base RTK – R13.	146
Figura 104 – Monografia Base RTK – R13.	147
Figura 105 – Monografia Base RTK – R14.	148
Figura 106 – Monografia Base RTK – R14.	149
Figura 107 – Monografia Base RTK – R15.	150
Figura 108 – Monografia Base RTK – R15.	151
Figura 109 – Monografia Base RTK – R16.	152
Figura 110 – Monografia Base RTK – R16.....	153
Figura 111 – Monografia Base RTK – T1.....	154
Figura 112 – Monografia Base RTK – T3.....	155
Figura 113 – Monografia Base RTK – T3.....	156
Figura 114 – Monografia Base RTK – T4.....	157
Figura 115 – Monografia Base RTK – T4.....	158
Figura 116 – Monografia Base RTK – T5.....	159
Figura 117 – Monografia Base RTK – T5.....	160
Figura 118 – Monografia Base RTK – T7 (Usiminas).	161
Figura 119 – Monografia Base RTK – T7 (Usiminas).	162
Figura 120 – Monografia Base RTK – T8.....	163
Figura 121 – Monografia Base RTK – T8.....	164
Figura 122 – Monografia Base RTK – T9.....	165
Figura 123 – Monografia Base RTK – T10.....	166

Figura 124 – Monografia Base RTK – T10.....	167
Figura 125 – Monografia Base RTK – T11.....	168
Figura 126 – Monografia Base RTK – T11.....	169
Figura 127 – Monografia Base RTK – T12.....	170
Figura 128 – Monografia Base RTK – T12.....	171
Figura 129 – Governador Valadares - Base RTK - Base 1.....	172
Figura 130 – Governador Valadares - Base RTK - Base 1.....	173
Figura 131 – Governador Valadares - Base RTK - Base 2.....	174
Figura 132 – Governador Valadares - Base RTK - Base 2.....	175
Figura 133 – Governador Valadares - Base RTK – Clube.	176
Figura 134 – Governador Valadares - Base RTK – Clube.	177
Figura 135 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Ponto 1”.	178
Figura 136 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Ponto 1”.	179
Figura 137 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Ponto 2”.	180
Figura 138 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Ponto 2”.	181
Figura 139 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Extra 2”.	182
Figura 140 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Extra 2”.	183
Figura 141 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Extra 3”.	184
Figura 142 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Extra 3”.	185
Figura 143 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Extra 4”.	186
Figura 144 – Monografia de Base RTK - Ponto extra denominado “Extra 4”.	187
Figura 145 – Monografia Base RTK – Regência.	188
Figura 146 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec.....	191
Figura 147 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec nas lagoas do Espírito Santo.	191
Figura 148 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.	197
Figura 149 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas na APDL.	198
Figura 150 – Comparação de dados de turbidez da estação R3 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56425000.....	199
Figura 151 – Comparação de dados de turbidez da estação R4 com os dados de vazão da estação fluviométrica 5639000.....	200
Figura 152 – Comparação de dados de turbidez da estação R6 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56719998.	200

Figura 153 – Comparação de dados de turbidez da estação R8 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56850000.....	201
Figura 154 – Comparação de dados de turbidez da estação R14 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56994510.	201
Figura 155 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.....	202
Figura 156 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas em tributários do rio Doce que não fizeram parte do trajeto da lama.	202
Figura 157 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento.	203
Figura 158 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas em reservatórios hidrelétricos.	204
Figura 159 – Valores de turbidez da água nas lagoas marginais ao rio Doce, localizadas entre os municípios de Colatina/ES e Linhares/ES.	205
Figura 160 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas nas lagoas do Espírito Santo.	205
Figura 161 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.	207
Figura 162 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.	208
Figura 163 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos. ..	209
Figura 164 – Concentrações de alumínio dissolvido nas lagoas do Espírito Santo.....	210
Figura 165 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.	211
Figura 166 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.....	212
Figura 167 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento.	213
Figura 168 – Concentrações de ferro dissolvido nas lagoas do Espírito Santo.	213
Figura 169 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.	215
Figura 170 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.....	216
Figura 171 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos <i>versus</i> dados históricos pré-rompimento.	216
Figura 172 – Concentrações de manganês total nas lagoas do Espírito Santo.....	217
Figura 173 – Médias diárias de turbidez e nível gerados pelas estações automáticas da Fundação Renova entre janeiro e março de 2020.	222
Figura 174 – Percentuais de conformidade da turbidez em relação ao limite de 100 UNT em relação ao total de dias monitorados no mês.....	225

Figura 175 – Localização das estações amostrais e dos compartimentos na região costeira.	227
Figura 176 – Registros horários de turbidez na estação automática RDO-16 da Fundação Renova e de vazão na estação Colatina Corpo de Bombeiros durante a cheia de 2020.	229
Figura 177 – Níveis de turbidez da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas no estuário do rio Doce, do rio Piraquê -açu e na Lagoa Monsarás.....	230
Figura 178 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	231
Figura 179 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	231
Figura 180 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	232
Figura 181 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).	233
Figura 182 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	234
Figura 183 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	234
Figura 184 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.	235
Figura 185 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).	236

Figura 186 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	237
Figura 187 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	237
Figura 188 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.	238
Figura 189 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).	239
Figura 190 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	240
Figura 191 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	240
Figura 192 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.	241
Figura 193 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs para as estações de monitoramento localizadas na APDL.....	246
Figura 194 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs para as estações de monitoramento localizadas em tributários que não fizeram parte do trajeto da lama.	247
Figura 195 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs nos reservatórios hidrelétricos.....	247
Figura 196 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs nas lagoas do Espírito Santo.	248
Figura 197 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs na região costeira e estuarina.....	248
Figura 198 – Concentrações de alumínio entre as estações analisadas para as quatro campanhas. .	252

Figura 199 – Fatores de contaminação do alumínio realizada com base em dados primários.	253
Figura 200 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento alumínio.....	253
Figura 201 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento alumínio.....	254
Figura 202 – Concentrações de arsênio entre as estações analisadas para as quatro campanhas. ...	254
Figura 203 – Fatores de contaminação do arsênio realizada com base em dados primários.	255
Figura 204 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento arsênio.....	255
Figura 205 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento arsênio.....	256
Figura 206 – Concentrações de bário entre as estações analisadas para as quatro campanhas.....	256
Figura 207 – Fatores de contaminação do bário realizada com base em dados primários.....	257
Figura 208 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento bário.	257
Figura 209 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento bário.	258
Figura 210 – Concentrações de chumbo entre as estações analisadas para as quatro campanhas. ..	259
Figura 211 – Fatores de contaminação do chumbo realizada com base em dados primários.....	259
Figura 212 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento chumbo.	260
Figura 213 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento chumbo.....	260
Figura 214 – Concentrações de cobalto entre as estações analisadas para as quatro campanhas. ...	261
Figura 215 – Fatores de contaminação do cobalto realizada com base em dados primários.	261
Figura 216 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento cobalto.....	262
Figura 217 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento cobalto.....	262
Figura 218 – Concentrações de cobre entre as estações analisadas para as quatro campanhas.	263
Figura 219 – Fatores de contaminação do cobre realizada com base em dados primários.....	263
Figura 220 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento cobre.	264
Figura 221 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento cobre.....	264
Figura 222 – Concentrações de estrôncio entre as estações analisadas para as quatro campanhas.	265
Figura 223 – Fatores de contaminação do estrôncio realizada com base em dados primários.....	265
Figura 224 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento estrôncio.	266
Figura 225 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento estrôncio.....	266
Figura 226 – Concentrações de ferro entre as estações analisadas para as quatro campanhas.	267

Figura 227 – Fatores de contaminação do ferro realizada com base em dados primários.....	267
Figura 228 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento ferro.....	268
Figura 229 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento ferro.....	268
Figura 230 – Concentrações de manganês entre as estações analisadas para as quatro campanhas.	269
Figura 231 – Fatores de contaminação do manganês realizada com base em dados primários.....	270
Figura 232 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento manganês.	270
Figura 233 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento manganês.	271
Figura 234 – Concentrações de níquel entre as estações analisadas para as quatro campanhas.	271
Figura 235 – Fatores de contaminação do níquel realizada com base em dados primários.	272
Figura 236 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento níquel.....	272
Figura 237 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento níquel.....	273
Figura 238 – Concentrações de zinco entre as estações analisadas para as quatro campanhas.	273
Figura 239 – Fatores de contaminação do zinco realizada com base em dados primários.....	274
Figura 240 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento zinco.	274
Figura 241 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento zinco.....	275
Figura 242 – Gráfico das concentrações dos elementos analisados para as lagoas do Espírito Santo.	276
Figura 243 – Concentração dos elementos que tiveram aumento com a chuva de 2020 nas usinas monitoradas.	278
Figura 244 – Média das frações granulométricas realizada a partir dos sedimentos intracalha que receberam o aporte da lama de rejeito.	280
Figura 245 – Análise granulométrica realizada em período pré-desastre e pós-desastre.	281
Figura 246 – Média das frações granulométricas realizadas para as lagoas com base nos dados coletados pelo Lactec.	283
Figura 247 – Proporção das frações granulométricas para separada por lagoa e por campanha.	283
Figura 248 – Média das frações granulométricas obtidas para os sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas – coleta Lactec.	285
Figura 249 – Porcentagem das frações granulométricas separadas para cada Campanha de coleta das usinas hidrelétricas a partir da coleta realizada pelo Lactec.....	285
Figura 250 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para todas as amostras coletadas.	286
Figura 251 – Perfil geológico realizado ao longo das drenagens afetadas pela lama de rejeito.	287

Figura 252 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para os sedimentos fluviais.....	287
Figura 253 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para os sedimentos das lagoas do Espírito Santo.	288
Figura 254 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para os sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas.....	289
Figura 255 – Síntese dos elementos alterados presentes nos sedimentos fluviais.....	291
Figura 256 – Localização das estações amostrais de qualidade do sedimento e dos compartimentos na região costeira.....	296
Figura 257 – Distribuição granulométrica média dos sedimentos superficiais por Campanha amostral em cada ambiente da zona costeira avaliada.	298
Figura 258 – Distribuição granulométrica média dos sedimentos superficiais por Campanha amostral em cada ambiente da zona costeira avaliada.	299
Figura 259 – Distribuição granulométrica média dos sedimentos superficiais por Campanha amostral em cada ambiente da zona costeira avaliada.	301
Figura 260 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás, estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, limite AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).	302
Figura 261 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, limite de AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	303
Figura 262 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, limite de AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.	303
Figura 263 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, limite de AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	304
Figura 264 – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás, estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).	305
Figura 265 – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	306

- Figura 266** – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.306
- Figura 267** – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....307
- Figura 268** – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás, estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).308
- Figura 269** – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....309
- Figura 270** – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....309
- Figura 271** – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....310
- Figura 272** – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma no estuário do rio Doce).311
- Figura 273** – Valores de manganês medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....312
- Figura 274** – Valores de manganês medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....312
- Figura 275** – Valores de manganês medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento,

AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.....	313
Figura 276 – Precipitação mensal acumulada, desde março de 2018 até março de 2020. Fonte: CPTEC (2020).	316
Figura 277 – Áreas com extravasamento de sedimento de fundo do rio Doce em Governador Valadares (MG), em decorrência das inundações ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro de 2020. Fotos: Lactec (2020).....	317
Figura 278 – Coleta do material extravasado em Governador Valadares (MG) em decorrência das inundações do rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020. Foto: Lactec (2020).	318
Figura 279 – Teores pseudo totais médios de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) do material extravasado em Governador Valadares (MG) em comparação aos teores do rejeito remanescente em Fundão e depositado no compartimento 1. As barras representam o erro padrão da média.	319
Figura 280 – Verificação a olho nu da presença de minerais micáceos (brilho) no material extravasado em Governador Valadares (MG) em decorrência das inundações do rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020. Fotos: Lactec (2020).	320
Figura 281 – Visão geral do município de Governador Valadares, Minas Gerais.	326
Figura 282 – Localização das ruas mapeadas nos bairros Chácara da Sorte, Santos Dumont I, Santos Dumont II, Universitário e São Pedro, em Governador Valadares – Minas Gerais.....	327
Figura 283 – Localização das ruas mapeadas nos bairros Ilha dos Araújo, Santa Terezinha e São Paulo, em Governador Valadares – Minas Gerais.	327
Figura 284 – Localização das ruas mapeadas no bairro Santa Rita, em Governador Valadares – Minas Gerais.	328
Figura 285 – Rua Sd. Edson Veloso, no bairro Chácara da Sorte, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	328
Figura 286 – Rua Detetive Cil Farney, no bairro Santos Dumont II, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	329
Figura 287 – Rua Trinta e Três, no bairro Santos Dumont II, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	329
Figura 288 – Rua Israel Pinheiro esquina com a rua Oito, no bairro Santos Dumont I, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	330
Figura 289 – Rua Dezenove, no bairro Santos Dumont I, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	330
Figura 290 – Altura da marca d'água no muro da residência localizada na rua Sebastião R. Cunha, esquina com a rua Israel Pinheiro, no bairro Universitário, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	331
Figura 291 – Vista lateral da praça Jother Peres, pela rua José Oliveira Andrade, no bairro Universitário, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	332
Figura 292 – Praça Jother Peres, vista pela rua José Oliveira Andrade, no bairro Universitário, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	332
Figura 293 – Avenida Rio Doce, esquina com a rua Ibituruna, no bairro São Pedro, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	333

Figura 294 – Muro da residência localizada na avenida Rio Doce, esquina com a rua Ibituruna, no bairro São Pedro, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020, evidenciando a altura da marca d'água.....	333
Figura 295 – Rua Matatias Gomes, no bairro São Pedro, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	334
Figura 296 – Avenida Rio Doce, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	334
Figura 297 – Rua Dezoito, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	335
Figura 298 – Avenida Rio Doce no encontro com a rua Dez, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	335
Figura 299 – Equipe da prefeitura trabalhando na Avenida Rio Doce, próximo à praça Caparaó, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	336
Figura 300 – Ação de limpeza da praça Caparaó, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020, pela equipe da prefeitura.....	336
Figura 301 – Altura da marca de água na Avenida Mucuri, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	337
Figura 302 – Altura da marca d'água no muro da residência localizada na esquina da rua Virgílio Gobb com a rua Pascoal de Souza Lima, no bairro Santa Terezinha, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	337
Figura 303 – Altura da marca da água no muro das residências localizadas na rua Virgílio Gobb, no bairro Santa Terezinha, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	338
Figura 304 – Altura da marca d'água no muro da residência localizada na rua Lincoln Byrro, no bairro São Paulo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	338
Figura 305 – Obras de revitalização da rua sendo executada na avenida Nacle Miguel Habib com a rua João Lopes da Silva, no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	339
Figura 306 – Deposição de material em decorrência da obra de revitalização executada na avenida Nacle Miguel Habib com a rua João Lopes da Silva, no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	340
Figura 307 – Altura da marca d'água nas residências da rua Amélia Habib, a uma distância de três quadras da margem do rio Doce no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.....	340
Figura 308 – Altura da marca d'água nas residências da rua Amélia Habib esquina com a avenida Washington Luis, a uma distância de cinco quadras do rio Doce, no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.	341

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descritivo das estações.....	39
Tabela 2 – Vazões médias diárias específicas (l/s.km ²) de estações localizadas na calha dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, ordenadas de montante para jusante - maiores valores em negrito.....	40
Tabela 3 – Vazões médias diárias específicas (l/s.km ²) de estações localizadas na calha do rio Doce, ordenadas de montante para jusante - maiores valores em negrito.	44
Tabela 4 – Sistema GNSS RTK.....	100
Tabela 5. Software para processamento dos pontos de apoio e levantamento topográfico.....	100
Tabela 6 – Parâmetros de transformação WGS84/SIRGAS 2000.	101
Tabela 7 – Tabela de Referência Tempo x Distância para rastreamento GNSS.	111
Tabela 8 – Coordenadas dos níveis d'água, cotas de cheia e bases RTK.....	119
Tabela 9 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec na APDL.....	192
Tabela 10 – Locais de amostragem e medição de água do Lactec nos reservatórios hidrelétricos instalados na calha do rio Doce.	193
Tabela 11 – Locais de amostragem e medição de água do Lactec nas lagoas situadas próximas às margens do rio Doce, entre os municípios de Colatina e Linhares, no Espírito Santo.	193
Tabela 12 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec em tributários do rio Doce que não fizeram parte do trajeto da lama.	193
Tabela 13 – Data das campanhas de qualidade da água do Lactec por estação de monitoramento, apresentadas de montante para jusante.	194
Tabela 15 – Estações fluviométricas correspondentes às de qualidade de água.....	199
Tabela 16 – Variáveis monitoradas pelo Lactec na Campanha 04 (fevereiro e março/2020) – Água Doce.	219
Tabela 17 – Estações de monitoramento automático da Fundação Renova	220
Tabela 18 – Períodos de interrupção de transmissão da variável turbidez.....	221
Tabela 19 – Problemas reportados pela Fundação Renova	221
Tabela 20 – Turbidez máxima e número de dias com turbidez acima de 100 UNT para o mês de janeiro/2020.....	223
Tabela 21 – Turbidez máxima e número de dias com turbidez acima de 100 UNT para o mês de fevereiro/2020.	223
Tabela 22 – Turbidez máxima e número de dias com turbidez acima de 100 UNT para o mês de março/2020.....	224
Tabela 23 – Estações de monitoramento em ambientes de água salobra/salina e divisão por compartimentos da região costeira.	226
Tabela 24 – Data das campanhas de qualidade da água do Lactec por estação de monitoramento.	226

Tabela 25 – Variáveis monitoradas pelo Lactec na Campanha 04 (março/2020) – Águas Salobras/Salinas.	243
Tabela 26 – Classificação do fator de contaminação.	250
Tabela 27 – Resumo da origem dos dados utilizados para a análise de sedimentos.	250
Tabela 28 – Nomenclatura das estações amostrais analisadas e seus respectivos compartimentos.	251
Tabela 29 – Concentrações dos elementos presentes nos sedimentos, que tiveram aumento expressivo na UHE Baguari na 4ª campanha.....	277
Tabela 30 – Classificação granulométrica de sedimento de acordo com o tamanho da partícula.	279
Tabela 31 – Estações de monitoramento de qualidade do sedimento e divisão por compartimentos na zona costeira.	294
Tabela 32 – Data das campanhas de qualidade do sedimento do Lactec por estação de monitoramento.	295
Tabela 33 – Média de argila, silte e do somatório de areias nas campanhas 1, 2 e 3 e na Campanha 4 para os ambientes costeiros avaliados.....	300
Tabela 34 – Coordenadas e informações de coleta do material extravasado em Governador Valadares.....	317
Tabela 35 – Valores de referência de qualidade do solo (VRQs) e valores de prevenção e investigação agrícola, residencial e industrial estabelecidos na Resolução COPAM (MINAS GERAIS, 2011). Teores indicados em vermelho representam os elementos do material de Governador Valadares cujos teores ultrapassaram a referência.	321
Tabela 36 – Teores de elementos potencialmente tóxicos reportados no sedimento (médias das margens esquerda e direita, de antes e depois da cidade de Governador Valadares) (Fonte: PACHECO, 2015) e em um Neossolo Flúvico próximo ao município (Fonte: FEAM et al., 2010). Os dados representam o sedimento e o solo de linha base para Governador Valadares.....	322
Tabela 37 – Resultados da análise de rotina de fertilidade dos materiais coletados da cheia de 2020.	323
Tabela 38 – Distribuição granulométrica e massa específica dos grãos dos materiais coletados da cheia de 2020 (amostras individuais).	324

SUMÁRIO

RESUMO EXECUTIVO	25
1 INTRODUÇÃO	35
2 CARACTERIZAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA DAS CHUVAS DE 2020 NA BACIA DO RIO DOCE	38
2.1 Introdução.....	38
2.2 Análise das vazões.....	38
2.3 Causas	46
3 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA E OBSERVAÇÕES DE CAMPO	51
3.1 Ponto T1/AF1.....	51
3.2 Ponto T2/PC2	53
3.3 Ponto T3/AF2.....	54
3.4 Ponto Adicional 1	55
3.5 Ponto T4/AF3	56
3.6 Ponto T5/PC3	57
3.7 Ponto R1/AF4	58
3.8 Ponto UHE Risoleta Neves.....	59
3.9 Ponto R2/AF5	61
3.10 Ponto de observação 1.....	63
3.11 Ponto R3/AF6.....	64
3.12 Ponto de observação 2.....	66
3.13 Ponto R4/AF7	67
3.14 Ponto T6/PC6.....	68
3.15 Ponto T7/PC8.....	69
3.16 Ponto R5/AF8.....	70
3.17 Ponto R6/AF9.....	71
3.18 Ponto T8/AF10.....	72
3.19 Ponto R7/AF11	73
3.20 Ponto T9/AF12.....	74
3.21 Ponto R8/AF13	75
3.22 Ponto Clube do Garfo.....	76
3.23 Ponto R9/AF14.....	77
3.24 Ponto T10/PC10.....	78
3.25 Ponto R10/AF15.....	79
3.26 Ponto T11/AF16.....	80
3.27 Ponto R11/AF17.....	81

3.28	Ponto R12/AF18	82
3.29	Ponto UHE Aimorés.....	83
3.30	Ponto T12/AF19.....	84
3.31	Ponto R13/AF20.....	85
3.32	Ponto UHE Mascarenhas.....	86
3.33	Ponto R14/AF21.....	87
3.34	Ponto R15/AF22	88
3.35	Ponto L1 – Lagoa do Limão	89
3.36	Ponto L2 – Lagoa Nova.....	90
3.37	Ponto L3 – Lagoa Juparanã.....	91
3.38	Ponto R16/AF23	92
3.39	Ponto L4 – Lagoa Areão.....	93
3.40	Ponto L5 – Lagoa Areal ou Pandolfi	94
3.41	Ponto L6 – Canal da Lagoa Monsarás.....	95
3.42	Ponto L7 – Lagoa Monsarás	96
4	LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICO DOS PICOS DE CHEIA AO LONGO DO RIO DOCE, DEVIDO ÀS CHUVAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2020	97
4.1	Revisão bibliográfica	97
4.1.1	Sistema Geodésico Brasileiro	97
4.1.1.1	Sistema Córrego Alegre.....	98
4.1.1.2	Sistema SAD69	98
4.1.1.3	Sistema SIRGAS	99
4.1.1.4	Transformação de Sistemas	99
4.2	Materiais e métodos	100
4.2.1	Materiais	100
4.3	Metodologia.....	101
4.3.1	Transformação de Coordenadas	101
4.3.2	Documentação oficial	101
4.3.3	Método do Posicionamento GNSS	111
4.3.4	Compensação Geoidal	111
4.4	Resultados.....	112
4.4.1	Implantação de vértices.....	113
4.4.2	Georreferenciamento das alturas da cheia	114
4.4.3	Processamento dos dados levantados em campo	118
4.4.4	Monografias das Bases RTK	124

5 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA COM A CHEIA DE 2020	189
5.1 Águas continentais	190
5.1.1 Monitoramento Lactec: Campanha 04	190
5.1.1.1 Turbidez e transparência da água.....	195
5.1.1.2 Elementos Potencialmente Tóxicos (EPTs).....	206
5.1.1.3 Panorama geral da Campanha 04 (fevereiro-março/2020).....	217
5.1.2 Monitoramento Fundação Renova: estações automáticas.....	220
5.2 Águas Costeiras	225
5.2.1 Turbidez.....	228
5.2.2 Elementos Potencialmente Tóxicos.....	232
5.2.3 Panorama geral da Campanha 04 (março/2020)	241
5.3 Análise das parcelas dissolvidas e suspensas dos EPTs	243
6 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS	249
6.1 Sedimentos fluviais, lacustres e de reservatório de usinas hidrelétricas.....	249
6.1.1 Metodologia	249
6.1.2 Resultados das análises químicas dos sedimentos.....	251
6.1.2.1 Ambiente Fluvial	252
6.1.2.2 Ambiente Lacustre	275
6.1.2.3 Ambiente de reservatórios das usinas hidrelétricas	277
6.1.3 Resultados das análises granulométricas dos sedimentos.....	279
6.1.3.1 Ambiente Fluvial	279
6.1.3.2 Ambiente Lacustre	282
6.1.3.3 Ambiente de reservatórios das usinas hidrelétricas	284
6.1.4 Caracterização mineralógica dos sedimentos.....	286
6.1.4.1 Mineralogia dos sedimentos fluviais.....	286
6.1.4.2 Mineralogia dos sedimentos das lagoas do Espírito Santo	288
6.1.4.3 Mineralogia dos sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas....	288
6.1.5 Caracterização morfométrica do grau de arredondamento dos grãos.....	289
6.1.6 Considerações finais das análises físico-químicas e mineralógica dos sedimentos	289
6.2 Sedimentos da zona costeira e marinha	292
6.2.1 Granulometria.....	297
6.2.2 Elementos Potencialmente Tóxicos.....	301
6.2.2.1 Alumínio.....	301
6.2.2.2 Arsênio.....	304
6.2.2.3 Ferro	307

6.2.2.4 Manganês total	310
6.2.3 Considerações finais	313
7 COLETAS ESPECÍFICAS DE SOLOS EM GOVERNADOR VALADARES.....	316
7.1 Contextualização	316
7.2 Metodologia	317
7.3 Resultados e Discussão.....	318
7.4 Considerações finais	325
8 OBSERVAÇÕES REFERENTES A QUALIDADE ATMOSFÉRICA EM GOVERNADOR VALADARES	326
8.1 Chácara Boa Sorte.....	328
8.2 Santos Dumont II.....	329
8.3 Santos Dumont I.....	329
8.4 Universitário.....	331
8.5 São Pedro	333
8.6 Ilha dos Araújos.....	334
8.7 Santa Terezinha	337
8.8 São Paulo.....	338
8.9 Santa Rita	339
8.10 Considerações finais.....	341
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	342
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	344
APÊNDICES	349
APÊNDICE A – CERTIFICADOS DOS DIFRATOGRAMAS – DRX	349
APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DO GRAU DE ARREDONDAMENTO DO GRÃO	388
APÊNDICE C – TEORES PSEUDOTOTAIS DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS DOS MATERIAIS COLETADOS DA CHEIA DE 2020	398
ANEXOS.....	399
ANEXO 1 – CERTIFICADOS DAS CARACTERIZAÇÕES QUÍMICAS.....	399
ANEXO 2 – LAUDOS LABORATORIAIS DE TEORES PSEUDOTOTAIS DE EPTs	548
ANEXO 3 – LAUDOS LABORATORIAIS DA ANÁLISE DE ROTINA DE FERTILIDADE DO SOLO	567
ANEXO 4 – LAUDOS LABORATORIAIS DA ANÁLISE MINERALÓGICA POR DRX	570

RESUMO EXECUTIVO

Conforme o Termo de Ajustamento Preliminar firmado entre o Ministério Público Federal, Samarco Mineração S.A., Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda., cabe ao Lactec a realização do diagnóstico dos danos socioambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, ao longo da bacia do rio Doce e da zona costeira adjacente. As atividades do Lactec incluem assessoria técnica ao MPF-MG, além da realização de coletas, pesquisas e análises de dados de materiais da região, de modo a identificar as alterações nos meios físico, biótico e de bens arqueológicos e culturais para a obtenção de um quadro detalhado dos danos ambientais provocados ou intensificados pelo desastre.

Na conclusão do Diagnóstico de Danos (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020a) consta que até o fechamento do relatório não havia tido um grande evento de cheia. Também foi alertado que na ocorrência desses eventos, os efeitos do desastre poderiam voltar a ser sentidos, uma vez que o rejeito estaria disponível para ser transportado no ambiente aquático.

No início de 2020, em função da alta pluviosidade na região, houve um evento de cheia considerável no rio Doce, o que demandou investigação sobre os potenciais danos socioambientais relacionáveis ao rompimento da Barragem de Fundão. Assim, o presente documento apresenta uma avaliação geral das alterações provocadas pela cheia de 2020, a partir de informações compiladas de diferentes áreas de estudo, com base em informações de campo, levantamentos planialtimétricos, avaliações hidrometeorológicas e atmosféricas, além de dados analíticos referentes aos resultados de amostras de água, de solos e de sedimentos.

As considerações abordadas em cada um destes estudos apresentam-se de forma resumida abaixo:

Caracterização hidrometeorológica das chuvas de 2020

- A cheia de 2020 foi o maior evento de vazão na calha do rio Doce no período do pós-desastre;
- Dentre as estações mais longas, com um mínimo de dados para uma estimativa razoável das vazões máximas para diferentes tempos de retorno, a estação de Governador Valadares apresentou a maior valor (TR de 20 anos aproximadamente). Isto representa não só o pico da estação para o período pós-desastre mas também o segundo maior valor desde o início da linha base (1985);
- O tempo de retorno das vazões foi bastante variado entre as estações analisadas (entre 5 e 75 anos); esta variação é explicada pela heterogeneidade da distribuição da precipitação na bacia hidrográfica do rio Doce.
- Outros eventos de elevada precipitação mensal foram registrados neste período, entretanto, condições de solo mais seco e as diferentes distribuições da precipitação na bacia, geraram um cenário menos favorável a uma cheia extrema;
- O aumento recente das vazões, vencendo a barreira da $Q_{7,10}$, pode proporcionar nos próximos anos uma cheia de magnitude ainda maior do que o observado em janeiro.

Documentação fotográfica e observações de campo

As observações *in loco*, realizadas imediatamente após as fortes chuvas que caíram na bacia, permitiram verificar que em praticamente todos os pontos o parâmetro turbidez da água encontrava-se nitidamente mais elevado que nas campanhas anteriores. Verificou-se também que em alguns locais, como Colatina e Linhares, o nível do rio Doce ainda se encontrava muito elevado. Nos locais onde houve extravasamento, foi possível identificar a marca d'água nas árvores e/ou edificações e a ocorrência de depósitos de sedimentos finos, avermelhados, correlatos aos rejeitos oriundos de Fundão.

Levantamentos topográfico e geodésico dos picos de cheia

O relatório topográfico e geodésico contempla um detalhamento das atividades de apoio de campo, executadas ao longo do rio Doce, para o georreferenciamento e determinação das cotas ortométricas (altura até onde o rio chegou) da cheia ao longo do Rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020, desde Mariana-MG até a foz do rio Doce.

Esse levantamento de georreferenciamento das alturas das cheias, considerou 34 pontos de observação, nos quais foram mapeadas as marcas dos picos das cheias em troncos de árvores, edificações, muros, rochas e postes presentes na área de inundação da referida cheia.

A base de dados levantadas, além de incorporar a base de dados do Lactec, irá subsidiar os trabalhos cartográficos na delimitação da área de extravasamento da cheia de 2020.

Caracterização da qualidade da água

A caracterização da água em função dos ambientes distintos que percorre, foi dividida em águas continentais e águas costeiras.

Qualidade das Águas Continentais

Até o momento, o Lactec realizou quatro campanhas de monitoramento de qualidade de água em ambientes continentais, sendo que o início do acompanhamento se deu em meados do ano de 2018. Pode-se dizer que entre as quatro campanhas, na Campanha 04, realizada entre os meses de fevereiro e março de 2020, registrou-se a pior qualidade de água, de acordo com os parâmetros avaliados, de um modo geral.

A turbidez da água, em todas as estações do Lactec localizadas na área de passagem e deposição da lama (APDL), ultrapassou o limite da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, com média de cerca de 300 UNT, tendo sido registrado valor máximo de 920 UNT, em Resplendor/MG. Única exceção se fez no local avaliado no dique S4 (T1), com turbidez de 50 UNT. Os valores apresentaram-se elevados quando comparados à variação de dados de linha-base, sendo que no trecho do rio Doce entre os municípios de Resplendor/MG e Colatina/ES, os máximos históricos pré-rompimento chegaram a ser ultrapassados. Nas estações de monitoramento fora da APDL, também ocorreram valores mais expressivos de turbidez em relação às campanhas anteriores, contudo, os respectivos máximos históricos pré-desastre não foram ultrapassados. Nos quatro reservatórios hidrelétricos instalados na calha do rio Doce, os máximos históricos pré-rompimento foram ultrapassados, com exceção da UHE

Baguari. Nas lagoas Areão e Areal, já próximas à foz do rio Doce no estado do Espírito Santo, os valores de turbidez registrados pelo Lactec na última Campanha foram praticamente os maiores desde de que começaram a ser monitoradas em 2016.

Pode-se dizer que enquanto as campanhas de amostragem, que ocorrem em horários e datas específicos, representam uma fotografia das condições naquele momento, as medições automáticas - por serem tomadas continuamente - representam o filme do que ocorre no ambiente. Nesse contexto, de acordo com as estações automáticas da Fundação Renova, próximo ao dia 24 de janeiro de 2020, registrou-se a ocorrência de pico mais expressivo no nível da água ao longo das estações em relação aos demais picos do primeiro trimestre. Os picos da última semana de janeiro/2020 foram acompanhados da elevação da turbidez da água. Além disso, verificou-se que os valores médios diários de turbidez das estações automáticas ultrapassaram o limite da classe 2 entre 70% e 90% dos dias monitorados entre janeiro e março/2020. Na estação RGN 06 da Fundação Renova, no rio Gualaxo do Norte, em Mariana/MG, foram registrados os piores resultados para a turbidez, sendo que em quase todos os dias de janeiro a março, o limite de 100 UNT não foi atendido. Em janeiro/2020, em praticamente todas as estações foram registrados valores médios diários de turbidez que ultrapassaram 1.000 UNT, sendo que isso ocorreu entre 4% e 16% dos dias monitorados. Antes do rompimento, nas estações que fizeram parte da APDL, o valor máximo de turbidez foi registrado pelo IGAM, no rio Doce, em Belo Oriente/MG, o qual chegou a 955 UNT. Em março, de um modo geral, houve redução da turbidez em relação aos meses de janeiro e fevereiro.

Na Campanha 04 do Lactec, foram medidos ainda valores baixíssimos de transparência da água, demonstrando a alta quantidade de sólidos no meio, sendo que nas estações localizadas na APDL, a transparência da água variou de 5 cm a 30 cm. No período chuvoso anterior, a variação medida pelo Lactec foi de 25 cm a 115 cm, ao longo das estações, a título de comparação. Nas estações avaliadas nos tributários fora da APDL, os valores de transparência também foram os menores observados no monitoramento do Lactec. Nos reservatórios hidrelétricos, a variação foi de 5 cm a 15 cm na Campanha 04, quando na Campanha 02 a variação foi de 45 cm a 140 cm, por exemplo. Nas lagoas Areão e Areal, que apresentaram maior alteração, a transparência não passou de 10 cm. Águas com maior turbidez implicam na diminuição da transparência e da luminosidade na coluna da água, afetando a biota aquática, com a redução da produção primária e diminuição da fonte de alimentação dos peixes, por exemplo. O aumento da turbidez da água também interfere nos usos recreacionais e na estética da água (EPA, 1986). Sólidos em suspensão, ainda, podem servir de substrato para microrganismos patogênicos e estar associado a compostos tóxicos (MEGER, 2007).

Tendo em vista a composição do rejeito, deu-se prioridade no presente documento à avaliação das concentrações de ferro, manganês e alumínio na água, em suas formas legisladas, visto que foram os elementos potencialmente tóxicos que se destacaram entre os demais na análise dos rejeitos de mineração do Complexo de Germano realizada pelo Lactec (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Para os três parâmetros em questão os resultados da Campanha 04 foram os mais elevados entre as demais campanhas de monitoramento do Lactec. Para o alumínio dissolvido e o ferro dissolvido, registrou-se desacordo com o limite legislado (0,1 e 0,3 mg/L, respectivamente) em quase todas as estações avaliadas, tanto dentro quanto fora da APDL. Para o ferro dissolvido, os valores ainda

extrapolaram os máximos históricos pré-rompimento na maioria dos locais monitorados, dentro e fora da APDL, tendo sido a média dos conjuntos dessas estações semelhantes. O maior valor de ferro dissolvido da Campanha 04 ocorreu no rio Doce, entre Marliéria/MG e Pingo d'Água/MG, sendo igual a 1,935 mg/L, ultrapassando em mais de 6 vezes o limite legislado. Para o alumínio dissolvido, a média dos valores das estações da APDL foi superior aquelas fora da APDL.

Em relação às concentrações de manganês total, o limite da classe 2 de 0,1 mg/L foi ultrapassado na maioria das estações da APDL. Houve superação de máximos históricos nas estações do rio Doce localizadas em Colatina/ES e Linhares/ES. Nas estações dos tributários fora da APDL, o limite da classe 2 do manganês foi ultrapassado em 4 das 9 estações avaliadas, não tendo ocorrido superação dos máximos históricos nessas estações. No reservatório da UHE Risoleta Neves, o máximo histórico pré-desastre do manganês foi superado. Para a UHE Mascarenhas, o valor obtido também foi elevado, mas não há dados de linha-base para comparação. Nas lagoas Areão e Areal, desde o ano de 2018 não se registravam concentrações elevadas como as encontradas pelo Lactec para o alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total.

Cabe destacar que os elementos arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio, de maior periculosidade, tanto em sua fração dissolvida como em seu total, apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método em todas as estações de qualidade de água do Lactec. O níquel total foi quantificado, mas esteve abaixo do limite legislado para águas doces de classe 2.

Entre as estações localizadas em rios e reservatórios hidrelétricos, que fizeram parte do trajeto percorrido pela lama de rejeitos proveniente da barragem de Fundão, a estação T1, no dique S4, foi a que apresentou melhor qualidade de água na Campanha 04. Os resultados das lagoas do Limão, Nova e Juparanã não indicaram alterações na qualidade da água dos locais monitorados, sendo que os parâmetros avaliados apresentaram valores em conformidade com os limites da classe 2.

Os resultados obtidos pelo Lactec em sua Campanha mais recente (fevereiro-março/2020), corroborados pelos dados automáticos da Fundação Renova, mostraram os efeitos negativos do período chuvoso atípico iniciado no final do mês de janeiro de 2020 sobre a qualidade da água, com a superação de máximos históricos pré-rompimento. Desse modo, mesmo que ao longo do tempo a tendência seja de retorno às condições anteriores ao rompimento e que no período seco a qualidade da água melhore, os períodos chuvosos mais intensos merecem atenção, visto que podem comprometer os usos da água pela população.

Qualidade das Águas Costeiras

Nos ambientes aquáticos costeiros, que incluem o estuário do rio Doce e do rio Piraquê-Açu, a lagoa Monsarás, além da região marinha adjacente à foz do rio Doce, na Campanha 04 do Lactec também se registrou a pior qualidade de água em comparação às campanhas anteriores realizadas pelo Instituto, de um modo geral.

Na Resolução CONAMA nº 357/2005, não existe limite máximo para a turbidez em águas salinas e salobras. Assim, os valores de turbidez obtidos no ano de 2020 foram comparados com valores máximos pré-rompimento e outros limites de referência.

A análise dos dados da estação automática RDO-16 da Fundação Renova (a partir da qual são realizadas leituras horárias da turbidez da água), localizada no estuário do rio Doce, indicou diferentes picos de turbidez ao longo dos meses de janeiro, fevereiro e março/2020. Os maiores valores de turbidez foram registrados no final de janeiro/2020, atingindo um máximo de 698 UNT e superando o máximo histórico pré-rompimento de 480 UNT. Próximo a este período também foram registradas as maiores vazões em Colatina/ES. Além deste pico, verificou-se pelo menos dois outros picos de turbidez no período, um entre 19 e 27 de fevereiro/2020 e outro entre 02 e 11 de março/2020, contudo, inferiores ao registrado em janeiro/2020. Em ambos os picos foram registrados níveis de turbidez acima dos máximos históricos pré-desastre. Cabe esclarecer, todavia, que não foram constatados valores da ordem observada quando do rompimento da barragem de Fundão.

A Campanha do Lactec na região costeira foi realizada durante as duas primeiras quinzenas de março/2020, de modo que não abrangeu o pico de cheia do final de janeiro/2020. No estuário do rio Doce foram registrados elevados níveis de turbidez que superaram o terceiro quartil da série histórica pré-desastre na Campanha 04, mas ficaram abaixo do máximo histórico pré-desastre. Na lagoa Monsarás foram registrados valores significativamente mais altos na Campanha 04 do que nas campanhas anteriores, já no estuário do rio Piraquê-açu as diferenças foram menos significativas entre a Campanha 04 e as anteriores.

Na região marinha mais próxima à foz do rio Doce (compartimento 5-A), os níveis de turbidez superaram 30 UNT, limite de referência estabelecida por Fabricius (2005) e Lunt e Smee (2014), para os quais valores superiores a esse são capazes de influenciar a fotossíntese e de alterar a estrutura trófica devido à restrição da luminosidade, sendo que na estação C5 o máximo histórico pré-desastre de 94 UNT foi ultrapassado. Nos outros compartimentos do ambiente marinho costeiro, os níveis de turbidez não ultrapassaram o limite da referência bibliográfica citada ou os máximos históricos pré-desastre.

Assim como para a região continental, deu-se prioridade no presente documento à avaliação das concentrações de ferro, manganês e alumínio nas águas costeiras. Para os três parâmetros em questão os resultados da Campanha 04 foram os mais elevados entre as demais campanhas de monitoramento do Lactec.

No estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás, para o alumínio dissolvido, ferro dissolvido e o manganês total, registraram-se desacordos com os limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 (0,1, 0,3 e 0,1 mg/L, respectivamente) em quase todas as estações avaliadas nestes ambientes. Para o ferro dissolvido e o alumínio dissolvido, os valores ainda extrapolaram os máximos históricos pré-rompimento no estuário do rio Doce, atingindo concentrações máximas de 0,767 e 0,348 mg/L, respectivamente. Nas campanhas anteriores do Lactec ainda não se tinha registrado concentrações de ferro dissolvido e alumínio dissolvido acima do limite legislado, e as concentrações de manganês total tinham ultrapassado o limite legislado apenas na lagoa Monsarás. Esta diferença evidencia a susceptibilidade da qualidade da água nestes ambientes a alterações decorrentes de períodos de cheia intensa, inclusive superando os máximos históricos pré-desastre no caso destas variáveis. Diferentemente, o estuário do rio Piraquê-açu apresentou para estas três variáveis resultados em conformidade com os limites da classe 1 da Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Na região marinha adjacente à foz do rio Doce, nenhum destes três elementos (ferro dissolvido, manganês total e alumínio dissolvido) apresentaram concentrações superiores ao limite legislado ou aos máximos histórico pré-desastre na Campanha 04 do Lactec. Em algumas estações amostrais foi registrado um aumento nas concentrações destes elementos em relação aos valores registrados nas campanhas anteriores, evidenciando possíveis alterações na qualidade destas águas devido à cheia, porém não superaram os limites citados. A estação amostral C5, a mais próxima a foz do rio Doce, foi a que apresentou as maiores diferenças em relação as campanhas anteriores, onde foram registradas concentrações de ferro dissolvido e manganês total na camada superficial próximas aos limites de referência.

Cabe destacar que devido às alterações nas concentrações destes três elementos verificadas no rio Doce e no seu estuário, espera-se que a região marinha tenha sido afetada pela cheia quanto a um aumento nas suas concentrações, entretanto, a Campanha 04 do Lactec foi realizada em março/2020, sendo que o pico da cheia foi registrado no final de janeiro/2020. Desse modo, podem ter ocorrido concentrações mais elevadas no período anterior à Campanha de monitoramento do Lactec.

Os elementos arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio, de maior periculosidade, tanto em sua fração dissolvida como em seu total, apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método em todas as campanhas do Lactec.

Por fim, mesmo que a Campanha do Lactec nos ambientes estuarinos e marinhos tenha ocorrido após o pico mais expressivo da cheia de 2020, o qual ocorreu no final de janeiro, foi possível notar alterações na qualidade da água, as quais podem influenciar negativamente a biota aquática. O aumento da turbidez a diminuição da transparência da coluna da água faz com que ocorra um aumento de algumas espécies resistentes de fitoplâncton e zooplâncton, enquanto que as espécies mais sensíveis tendem a desaparecer. Estes organismos são o primeiro elo da cadeia trófica, e essa situação pode gerar um efeito cascata na cadeia alimentar, afetando os animais a médio e longo prazo (KENNISH, 2000).

Análise das frações dissolvida e suspensa dos EPTs

Complementarmente às análises de qualidade de água descritas anteriormente, foram comparadas as frações dissolvidas e suspensas dos elementos ferro, manganês e alumínio. Apesar de as maiores preocupações estarem voltadas à parcela dissolvida dos metais, por serem a melhor representação da porção biologicamente ativa comparado à fração total (JI, 2008), os metais podem apresentar toxicidade para os ambientes mesmo em sua forma suspensa. A forma suspensa é aquela que resulta da diferença de valores entre a quantidade total da concentração do EPT e sua parcela dissolvida. Na Resolução CONAMA nº 357/2005, os limites dispostos abrangem os metais em sua parcela dissolvida ou em seu total. Na Campanha 04, de um modo geral, constatou-se uma elevação da forma suspensa dos metais em relação às demais campanhas. O ferro total, por exemplo, resultou em 54,67 mg/L na estação R12 (Resplendor/MG), enquanto que sua parcela dissolvida foi de 0,485 mg/L, ou seja, de apenas 0,9% do total, sendo o restante referente à forma suspensa.

Desse modo, deve se levar em consideração também esses resultados relativos à fração suspensa, pois mesmo nessa forma, os metais podem apresentar toxicidade para os ambientes, pois afetam diretamente a flora e a fauna da região, já que são fortemente influenciados pela quantidade de

matéria orgânica, podendo ser frequentemente absorvidos pela alimentação/respiração das espécies presentes e transportados com sedimentos, bem como ressuspensos.

Caracterização da qualidade dos sedimentos

A caracterização dos sedimentos, assim como para a água, em função dos ambientes distintos que percorre, foi dividida em sedimentos fluviais, lacustres e de reservatório e sedimentos da zona costeira e marinha.

Sedimentos fluviais, lacustres e de reservatórios de usinas hidrelétricas

As análises da alteração das propriedades químicas, físicas e mineralógicas dos sedimentos, com enfoque na caracterização da eventual presença de rejeito foi realizada com base na comparação relativa entre as campanhas realizadas pelo Lactec, do fator de contaminação a partir da base de dados primários e da comparação integrada entre todas as bases de dados pré e pós-desastre.

Para o ambiente fluvial as concentrações dos elementos alumínio (Al), arsênio (As), bário (Ba), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), estrôncio (Sr), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn) tiveram um aumento das concentrações em todas as estações monitoradas em decorrência da cheia de 2020.

No que se refere ao fator de contaminação, no Compartimento 1 a contaminação foi classificada como considerável para o alumínio e chumbo e elevada para arsênio, ferro e manganês; no Compartimento 2A a contaminação dos elementos chumbo, cobalto, ferro e níquel apresenta-se considerável e para arsênio foi considerada elevada; no Compartimento 2B o alumínio, bário, cobalto, ferro e zinco a contaminação foi classificada como considerável e elevada para chumbo, cobre, estrôncio, manganês e níquel. Por fim, no Compartimento 3 o fator de contaminação foi classificado como elevado para o alumínio, bário, cobalto, estrôncio, manganês, ferro, cobre, chumbo, níquel e zinco. Cabe-se destacar que neste último compartimento, além dos fatores indicarem a contaminação elevada, as concentrações ficaram acima do máximo histórico para o alumínio, bário, cobalto, ferro, estrôncio e manganês.

Para os sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas houve alteração significativa apenas na UHE Baguari para os elementos chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês, níquel e zinco. Dentre esses elementos, destaca-se o bário, ferro, manganês, níquel e zinco cujas concentrações tiveram aumentos expressivos, respectivamente em 104%, 1.075%, 250%, 129% e 62%.

A análise granulométrica mostrou que houve acréscimo de sedimentos finos como as frações argila e silte nos sedimentos fluviais, lacustres e das usinas, devido ao evento de fortes chuvas e cheias na bacia.

A caracterização mineralógica realizada pelo método de DRX mostrou que 69% das amostras continham a presença de goethita, em 61% de hematita e 75% de gipsita. A presença desses minerais indica uma proveniência compatível ao sedimento oriundo de processos de intemperismo das rochas do Quadrilátero Ferrífero, cujo o arcabouço rochoso é composto por rochas metassedimentares das formações Gandarela e Cauê.

Por fim o grau de arredondamento dos grãos realizado com base na classificação morfométrica mostrou que em 95% das amostras os grãos são angulares e, portanto, sugerem que o sedimento é resultante de pouco transporte, sendo compatível à origem da lama de rejeito, devido ao beneficiamento com a moagem dos itabiritos, conforme mencionado.

Sedimentos da zona costeira e marinha

O Lactec realizou quatro campanhas de monitoramento de qualidade do sedimento na zona costeira até o momento, sendo que o início do acompanhamento se deu em meados do ano de 2018. Pode-se dizer que a Campanha 04 apresentou um maior percentual de silte e argila no sedimento do que as campanhas anteriores, e que as concentrações de EPTs no sedimento foram levemente mais elevadas em relação as campanhas anteriores, de um modo geral.

Quanto à distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais registrados pelo Lactec na zona costeira durante a cheia de 2020 (Campanha 04 – março/2020), no estuário do rio Doce foi possível verificar que em março/2020 os percentuais de silte (23,8%) e argila (10,6%) foram mais elevados do que os observados no período pré-desastre (6,6% de silte e 9,9% de argila). Após a chegada da pluma de rejeitos também foram observados percentuais elevados de silte e argila no sedimento do estuário do rio Doce, porém com o passar do tempo registrou-se nas campanhas do Lactec uma diminuição destes percentuais até março/2020, quando foi observado um novo aumento nos percentuais de silte e argila.

A deposição de um material mais finos durante a cheia de 2020 foi evidente nos resultados no estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás, já no estuário do rio Piraquê-açu a distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais foi similar entre todas as campanhas. Nas praias e mangues avaliados também é possível observar maiores percentuais de silte e argila na Campanha 4 em relação as campanhas anteriores, porém devido à falta de outros indicadores da influência da cheia nestes ambientes, não é possível fazer correlações diretas como no estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás.

No ambiente marinho também foi possível observar um aumento no percentual de finos (silte+argila) em todos os compartimentos definidos em decorrência da cheia de 2020. Os percentuais de silte, principalmente, foram mais elevados na Campanha 4, atingindo 45,3% no compartimento 5-B1 e 72,2% no compartimento 5-C.

Tendo em vista a composição do rejeito, deu-se prioridade no presente documento à avaliação das concentrações de ferro, manganês e alumínio no sedimento costeiro. Em relação ao restante dos EPTs associados ao desastre apenas o arsênio apresentou concentrações que superaram os limites do nível da Resolução CONAMA 454/2012, sendo este elemento avaliado em maiores detalhes neste relatório também. Ressalta-se que o restante dos EPTs associados ao rejeito apresentaram concentrações inferiores ao nível 1 da resolução CONAMA Nº 454/2012 ou aos índices de referência estabelecidos em Buchman (2008).

No estuário do rio Doce, na Lagoa Monsarás e no estuário do rio Piraquê-açu, os quatro EPTs avaliados em detalhe apresentaram concentrações abaixo dos limites de referência (AET ou nível 1 da Resolução CONAMA Nº 454/2012) na Campanha 04. Foram registradas concentrações que superaram estes limites apenas nas amostras de sedimento de praia e mangue, para os parâmetros alumínio e arsênio, entretanto concentrações nos mesmos níveis já tinham sido verificadas nas campanhas anteriores.

Comparando os resultados da Campanha 04 com as campanhas anteriores, no estuário do rio Doce, foi possível identificar maiores concentrações de alumínio, ferro e manganês na Campanha 04. Este aumento pode indicar que as concentrações destes EPTs nos sedimentos podem ter relação com a cheia de 2020, entretanto é necessário acompanhar os resultados das próximas campanhas amostrais para compreender melhor os efeitos desta cheia. Ainda, ressalta-se que as concentrações de alumínio, arsênio, ferro e manganês no estuário do rio Doce em todas as campanhas do Lactec foram significativamente superiores as concentrações máximas registradas logo após o desastre, entre novembro de 2015 e dezembro/2016.

Na região marinha adjacente a foz do rio Doce, os EPTs alumínio, arsênio e manganês avaliados em detalhe apresentaram concentrações acima dos limites de referência (AET ou nível 1 da Resolução CONAMA Nº454/2012) na Campanha 04. Nesta Campanha foram verificadas concentrações de arsênio e manganês que ultrapassaram estes limites em todos os compartimentos do ambiente marinho, com exceção do compartimento 5-F para o parâmetro arsênio. As concentrações de manganês foram mais elevadas nas proximidades da foz do rio Doce, registradas nos compartimentos 5-B1 (600 mg/kg) e 5-B2 (593 mg/kg), região entre 4 e 22 quilômetros ao norte e ao sul da foz do rio Doce com menos de 20 metros de profundidade, já as concentrações de arsênio foram similares entre os diferentes compartimentos. As concentrações de alumínio superaram os limites de AET apenas nos compartimentos mais próximos a foz (5-A, 5-B1 e 5-B2), atingindo um máximo de 77.800 mg/kg na estação amostral C7 no compartimento 5-B2.

As concentrações de ferro não superaram o limite de AET, entretanto superaram os níveis máximos pré-desastre (79.419 mg/kg) nas estações amostrais localizadas nos compartimentos mais próximos a foz do rio Doce. No compartimento 5-A foi registrada a concentração de ferro de 83.895 mg/kg na estação amostral C8 e no compartimento 5-B2 a concentração de 118.600 mg/kg. Importante ressaltar que nas campanhas anteriores não tinham sido registradas concentrações de ferro nos sedimentos marinho acima dos níveis pré-desastre, indicando uma possível influência da cheia de 2020 sobre as concentrações deste EPT. As concentrações de alumínio na região marinha também superaram os máximos históricos, porém nas outras campanhas do Lactec já tinham sido registradas concentrações em níveis similares, com exceção do resultado obtido na estação amostral C7 (77.800 mg/kg) que foi o maior valor de alumínio no sedimento registrado na região marinha durante as campanhas do Lactec, podendo indicar uma influência da cheia de 2020 sobre as concentrações deste EPT também.

Nos compartimentos mais próximos a foz do rio Doce (5-A, 5-B1 e 5-B2) foram verificadas as concentrações mais elevadas de alumínio, ferro e manganês, nestes mesmos compartimentos foram verificados os maiores percentuais de argila e silte nos sedimentos, indicando uma associação das concentrações destes EPTs com sedimentos mais finos, material que pode ter sido carregado pela cheia de 2020 até o mar e se depositou nas adjacências da foz do rio Doce.

De acordo com os resultados da Campanha 4, é possível identificar evidências da influência da cheia sobre as concentrações de EPTs na região marinha, entretanto visto que o rio Doce ainda se apresentava em condições de altas vazões durante as campanhas amostrais e com concentrações de EPTs nas águas elevada, nos próximos meses podem ser registradas concentrações mais elevadas destes EPTs no sedimento, ainda devido ao efeito da cheia de 2020.

Coletas específicas de solos em Governador Valadares

A partir dos resultados das amostras de sedimento extravasado nos solos de Governador Valadares devido aos eventos de fortes chuvas e consequentes cheias no município no ano de 2020, conclui-se que tais amostras se tratam de misturas entre sedimentos e solos da bacia, podendo conter contribuição do rejeito de mineração da barragem de Fundão. O material não apresenta restrição para a fertilidade do solo, possui predominância de partículas de tamanho silte e possui teores de As, Ba, Co, Se e Zn acima da resolução que estabelece teores seguros para os solos de Minas Gerais.

No entanto, ressalta-se que mesmo anteriormente ao rompimento da barragem, os teores naturais de EPTs no solo da localidade mostravam-se contaminados, não tendo sido possível estabelecer a contribuição direta da presença residual do rejeito de Fundão para a não conformidade dos EPTs mencionados.

Observações referentes a qualidade atmosférica em Governador Valadares

Conforme observado em campo, a deposição de material nas ruas e calçamentos de Governador Valadares é uma característica da região. Entretanto, o evento da cheia no final de janeiro de 2020 acentuou esta característica em determinados bairros, principalmente nas ruas mais próximas do leito do rio.

Atividades para a remoção do material depositado foram executadas por equipes da prefeitura e pelos próprios moradores, como a umidificação das ruas e calçadas para amenizar a ressuspensão de partículas à atmosfera. No entanto, foi possível observar a deposição de um material fino nas laterais das ruas, próximo ao meio fio e ao calçamento e nas margens do rio, na grama e no calçamento. Este material que ficou depositado, quando seco, pela ação do vento e pelo tráfego de veículos nas ruas, tem a capacidade de permanecer em ressuspensão, estando disponível para ser inalado.

1 INTRODUÇÃO

No dia 5 de novembro de 2015, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos minerários de Fundão, pertencente à Samarco Minerações S.A. situada em uma região de cabeceira da bacia hidrográfica do rio Doce, subdistrito de Bento Rodrigues, município de Mariana, estado de Minas Gerais. O rompimento resultou na liberação de um volume estimado de 44 milhões de m³ de rejeitos de mineração sobre os córregos Fundão e Santarém e os rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce.

Conforme o Termo de Ajustamento Preliminar firmado entre o Ministério Público Federal, Samarco Mineração S.A., Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda., cabe ao Lactec a realização do diagnóstico dos danos socioambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, ao longo da bacia do rio Doce e da zona costeira adjacente. As atividades do Lactec incluem assessoria técnica ao MPF-MG, além da realização de coletas, pesquisas e análises de dados de materiais da região, de modo a identificar as alterações nos meios físico, biótico e de bens arqueológicos e culturais para a obtenção de um quadro detalhado dos danos ambientais provocados ou intensificados pelo desastre.

Os serviços iniciaram-se em março de 2017 e ao longo do tempo foram elaborados diversos produtos com os resultados do trabalho do Lactec, culminando nos relatórios de Diagnóstico de Danos. Lá estão apresentados os resultados consolidados por danos do desastre, mensurados em relação à linha-base, até junho de 2019.

Na conclusão do Diagnóstico de Danos (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020a) consta que até o fechamento do relatório não havia tido um grande evento de cheia. Também foi alertado que na ocorrência desses eventos, os efeitos do desastre poderiam voltar a ser sentidos, uma vez que o rejeito estaria disponível para ser transportado no ambiente aquático.

No início de 2020, em função da alta pluviosidade na região, houve um evento de cheia considerável no rio Doce, o que demandou investigação sobre os potenciais danos socioambientais relacionados ao rompimento da Barragem de Fundão. Assim, o presente documento apresenta informações e avaliações sobre as alterações ambientais ocorridas no rio Doce, principalmente nas regiões fluviais do estado de Minas Gerais, estuarina e costeira do estado do Espírito Santo, devido às cheias ocorridas em janeiro de 2020, no âmbito do Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão.

Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são particularmente chuvosos em Minas Gerais, sobretudo na região de Belo Horizonte e arredores. Segundo UFMG (2020), as chuvas acumuladas em Minas Gerais em janeiro de 2020 bateram recordes históricos na maior parte do Estado, incluindo a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), foi o mês mais chuvoso na capital desde 1910, ano inicial da série histórica. O índice acumulado foi de 966,6 milímetros de chuvas, o triplo da média esperada para o período. Somente na primeira semana de fevereiro, o acumulado foi de 192 milímetros, o que ultrapassou a média esperada para o referido mês, que era 181 milímetros.

Embora na Bacia Hidrográfica do rio Doce estas chuvas tenham sido muito menos intensas, provocaram consideráveis inundações, danos materiais e ambientais severos, parte deles relacionada a ressuspensão de rejeitos oriundos do rompimento da barragem de Fundão. Estes materiais haviam sido anteriormente depositados ao longo do canal do rio Doce e seus afluentes e estavam relativamente estabilizados, mas devido a cheia foram remobilizados ao longo do ambiente fluvial e posteriormente dispersados e depositados nas as regiões estuarinas, costeiras e marinhas.

Desta forma, o presente documento apresenta uma avaliação geral destas alterações, a partir de informações compiladas de diferentes áreas de estudo, com base em informações de campo, levantamentos planialtimétricos, avaliações hidrometeorológicas e atmosféricas, além de dados analíticos referentes aos resultados de amostras de água, de solos e de sedimentos.

Os resultados expressos neste documento, referem-se às atividades de coletas da 4ª Campanha periódica realizada pelo Lactec, cuja malha amostral pode ser visualizada na Figura 1. Essas atividades foram realizadas em janeiro, fevereiro e no início de março de 2020, imediatamente após o evento de alta pluviosidade que resultou na referida cheia. Estes dados foram integrados e comparados a diversas fontes de informações, anteriores e posteriores ao desastre.

Figura 1 – Localização das estações amostrais nas quais foram coletados sedimentos para análises físico-químicas.



Além do monitoramento periódico das matrizes mencionadas, considerando que estes trabalhos ocorreram justamente após o período de chuvas intensas, este documento tem como objetivo apresentar informações obtidas *in loco*, como subsídio a identificação de danos socioambientais que possam ter sido desencadeados ou potencializados pela cheia e que estejam relacionados com o rompimento da barragem de Fundão.

Desta forma, para estas avaliações, este documento integra os estudos detalhados e de forma individual das seguintes áreas:

- Caracterização hidrometeorológica das chuvas de 2020;
- Documentação fotográfica e observações de campo;
- Levantamentos topográfico e geodésico dos picos de cheia;
- Caracterização da qualidade da água;
- Caracterização da qualidade dos sedimentos;
- Coletas específicas de solos em Governador Valadares;
- Observações referentes a qualidade atmosférica em Governador Valadares.

2 CARACTERIZAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA DAS CHUVAS DE 2020 NA BACIA DO RIO DOCE

2.1 INTRODUÇÃO

A cheia de 2020 na bacia do rio Doce foi largamente relatada na mídia tradicional e seus efeitos foram sentidos em diversas localidades. Entretanto, para se conhecer a verdadeira abrangência espacial deste evento, uma análise técnica considerando dados de estações pluviométricas em toda a bacia se faz necessária. Além disso, como o rio Doce é bastante extenso, a elevação do nível em alguns pontos pode não ser verificada em outros, de modo que um estudo dos dados da rede fluviométrica é capaz de revelar nuances que num primeiro momento não conseguimos identificar.

Neste contexto, para apresentar uma análise hidrometeorológica do evento, foram coletados dados de estações fluviométricas localizadas ao longo da calha do rio Doce, além de estações pluviométricas espalhadas pela bacia.

As vazões registradas durante a cheia foram comparadas com dados pretéritos de modo a identificar qual o tempo de recorrência do evento de 2020.

Quanto à chuva, foram gerados mapas de anomalias de precipitação e apresentada uma análise comparando o evento tanto no contexto do pós-desastre, como em relação à acumulados históricos de precipitação na bacia.

2.2 ANÁLISE DAS VAZÕES

O evento da cheia de 2020 na bacia do rio Doce representou o maior episódio de vazão na calha do rio principal no período pós-desastre. Foram selecionadas para análise algumas estações da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Renova, baseado na disponibilidade de dados no período da cheia e histórico. A Figura 2 mostra a localização das estações.

A Tabela 1 mostra um descritivo das estações apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Estações fluviométricas utilizadas para análise da cheia de 2020.**Tabela 1** – Descritivo das estações.

Código	Nome	Rio	Área (km ²)
RGN06	Gualaxo do Norte 06 - Mariana	Gualaxo do Norte	284
56337000	Fazenda Ocidente	Gualaxo do Norte	529
RGN08	Gualaxo do Norte 08 - Barra Longa	Gualaxo do Norte	569
RCA02	Carmo 02 - Barra Longa	do Carmo	2176
RDO03	Doce 03 - S. D. do Prata	Doce	10058
56425000	Fazenda Cachoeira D'Antas	Doce	10100
56539000	Cachoeira dos Óculos	Doce	15900
RDO04	Doce 04 - Bom Jesus do Galho	Doce	17841
56719998	Belo Oriente	Doce	24200
RDO05	Doce 05 - Belo Oriente	Doce	24629
RDO07	Doce 07 - Periquito	Doce	39104
56850000	Governador Valadares	Doce	40500
RDO09	Doce 09 - Tumiritinga	Doce	56035
56994510	Colatina Corpo de Bombeiros	Doce	76400

A análise foi dividida entre as estações localizadas no trecho até a UHE Candonga (rios Gualaxo do Norte e do Carmo) e aquelas situadas no rio Doce. A Figura 3 e a Tabela 2 mostram a série temporal das vazões específicas das estações localizadas no primeiro trecho.

Figura 3 – Vazões específicas de estações localizadas nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo.

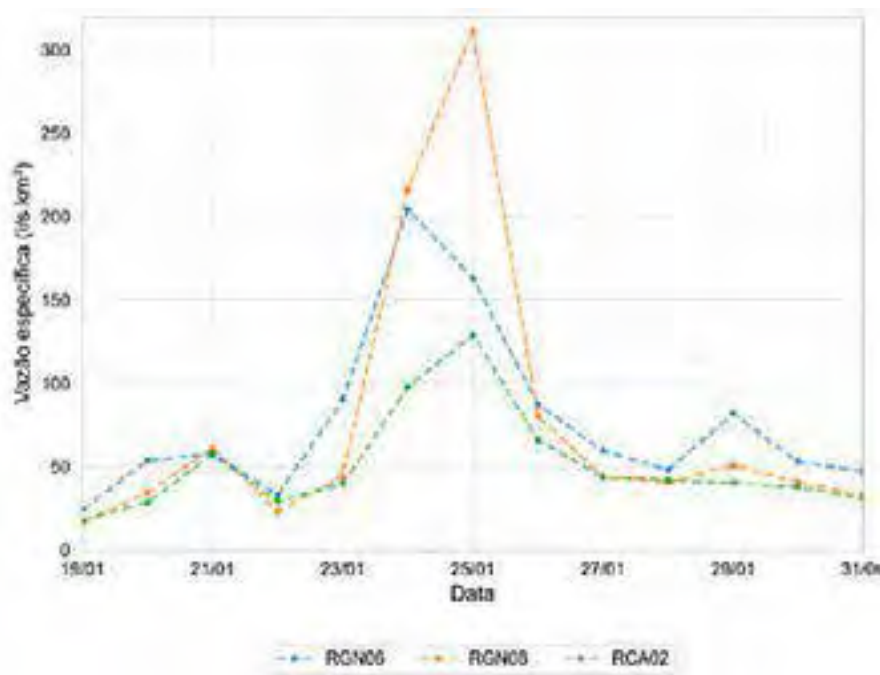


Tabela 2 – Vazões médias diárias específicas (l/s.km²) de estações localizadas na calha dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, ordenadas de montante para jusante - maiores valores em negrito.

Data	RGN06	RGN08	RCA02
19/01/2020	24,38	16,37	17,77
20/01/2020	53,64	34,45	28,59
21/01/2020	57,97	61,12	57,49
22/01/2020	33,09	23,05	29,34
23/01/2020	90,12	44,25	39,75
24/01/2020	204,31	216,53	97,80
25/01/2020	163,11	312,08	129,19
26/01/2020	87,38	80,38	66,14
27/01/2020	59,81	43,96	43,69
28/01/2020	48,09	40,57	41,88
29/01/2020	81,91	50,89	40,21
30/01/2020	52,92	40,56	37,92
31/01/2020	47,17	32,90	30,82

A maior vazão específica foi encontrada na estação RGN08 (rio Gualaxo do Norte). Nas estações com dados nesta cheia, não há uma série longa o suficiente para uma análise de vazões máximas de modo que não foi realizada uma análise de tempo de recorrência (TR) diretamente nas séries.

Alternativamente, há uma estação da ANA muito próxima da RGN08 (56337000), cuja área é também muito parecida com a estação do Barra Longa. Apesar de possuir uma série longa, os registros de 2020 (se foram realizados) não estão disponíveis no momento.

Para a estação 56337000, a vazão específica para um tempo de recorrência (TR) de 5 anos é de 314 l/s.km², valor um pouco mais alto do que apresentado pela estação RGN08 (Barra Longa).

Os gráficos da Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7 e da Figura 8, mostram a análise de vazões máximas para as estações fluviométricas da ANA, localizadas na calha do rio Doce para o período após 2015. As vazões para diferentes tempos de retorno foram obtidas utilizando os dados de cada estação, com o mesmo período em comum (de 1985 a 2020).

Figura 4 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Fazenda Cachoeira D'Antas.

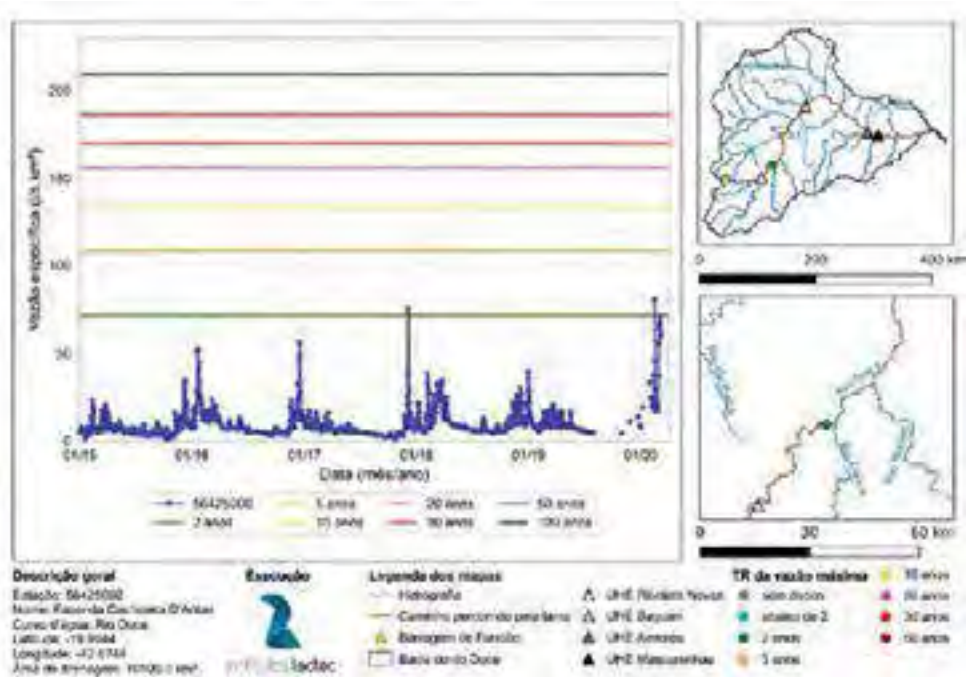


Figura 5 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Cachoeira dos Óculos.

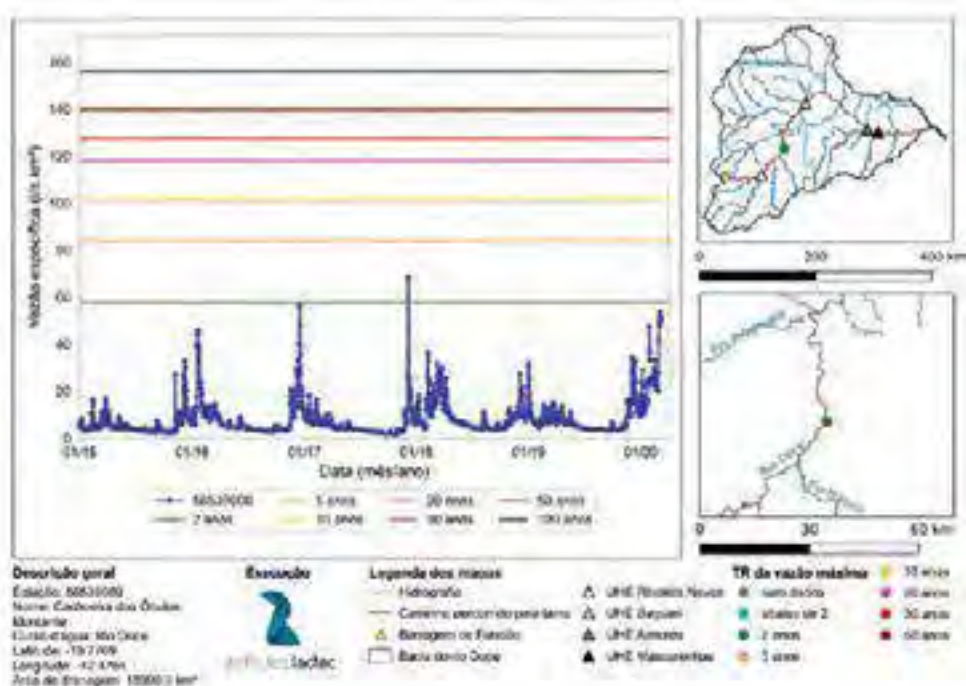


Figura 6 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Belo Oriente.

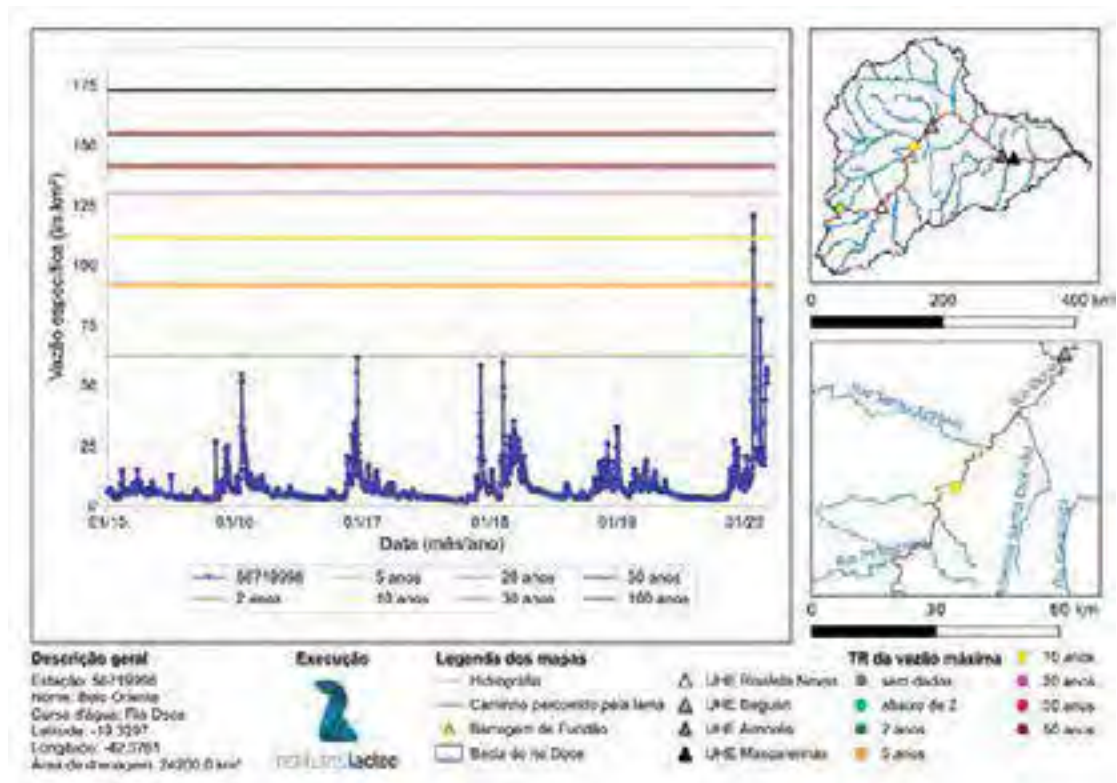


Figura 7 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Governador Valadares.

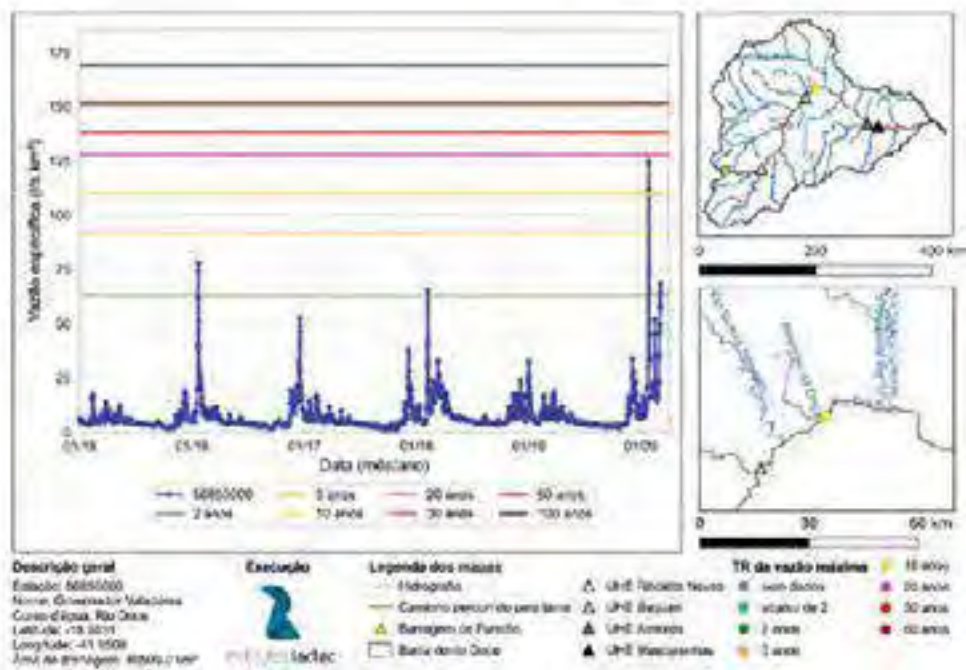
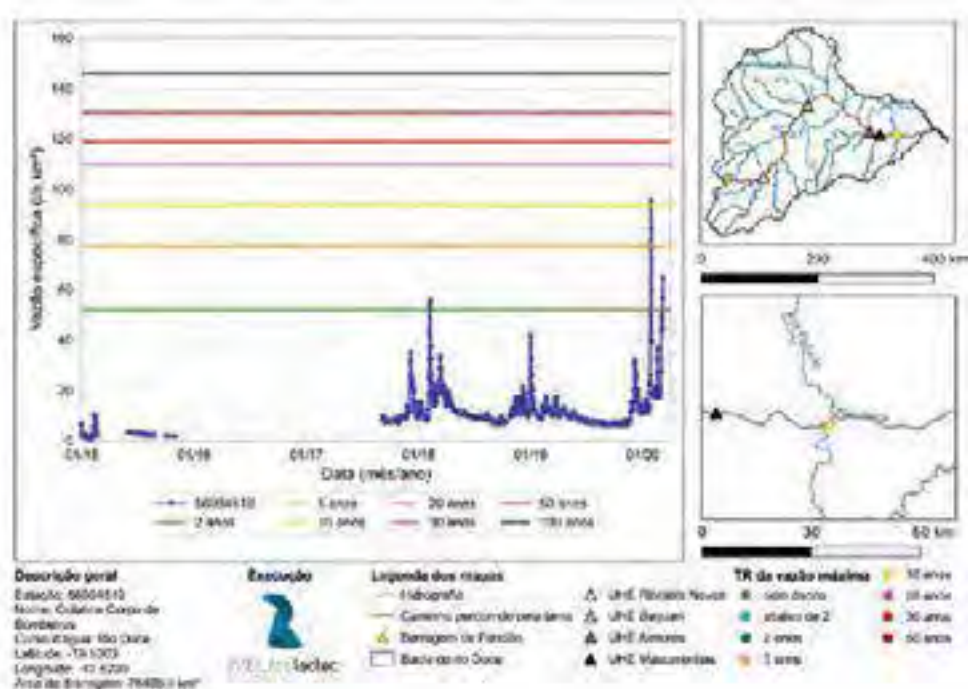


Figura 8 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Colatina Corpo de Bombeiros.



Observa-se que o evento gerou uma vazão em Governador Valadares de magnitude tal que esteve muito próxima de uma vazão máxima diária de tempo retorno de 20 anos. Dentre as estações com histórico disponível que possibilite a estimativa de vazões máximas para diferentes tempos de retorno, foi a que apresentou maior vazão específica.

Estações de Belo Oriente e Colatina Corpo de Bombeiros, atingiram valores acima de 10 anos de tempo de retorno. Já as duas mais à montante (Fazenda Cachoeira D'Antas e Cachoeira dos Óculos) apresentaram falhas na série temporal nos principais dias da cheia de modo que a análise ficou prejudicada.

Esta lacuna no estudo da cheia pôde ser preenchida com a análise das estações da Renova. A Figura 9 e a Tabela 3 mostram as vazões específicas.

Figura 9 – Vazões específicas de estações localizadas na calha do rio Doce.

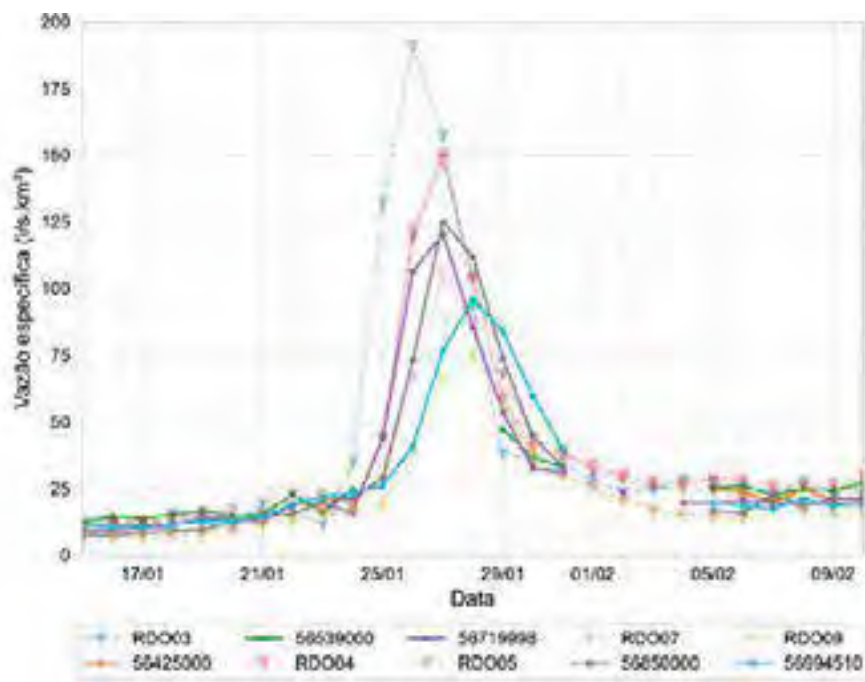


Tabela 3 – Vazões médias diárias específicas (l/s.km²) de estações localizadas na calha do rio Doce, ordenadas de montante para jusante - maiores valores em negrito.

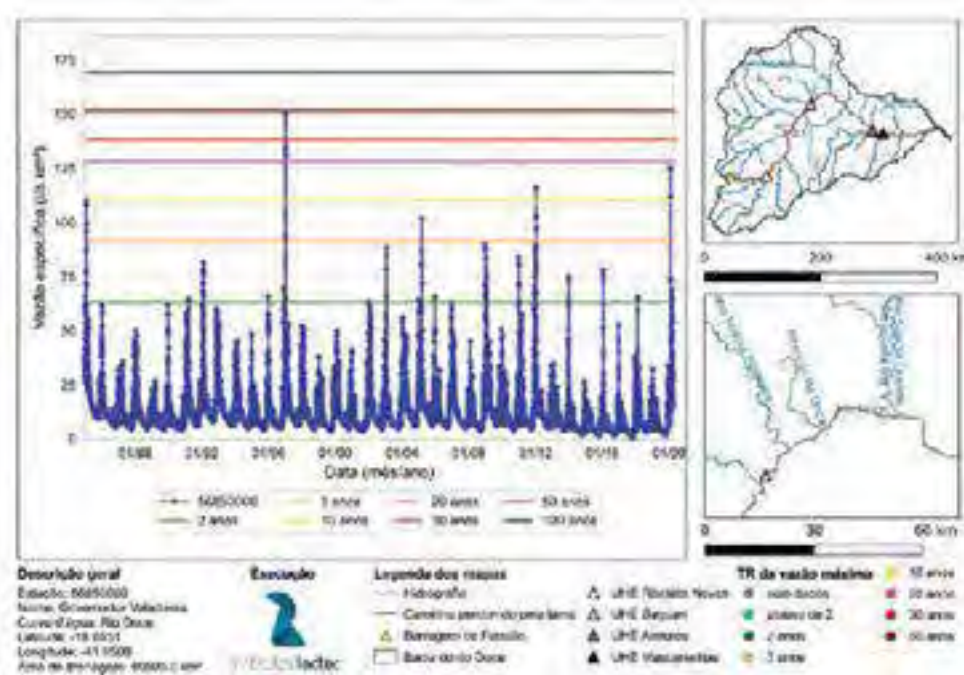
Data	RDO03	56425000	56539000	RDO04	56719998	RDO05	RDO07	56850000	RDO09	56994510
23/01	11,11		16,39	15,38	19,35	22,90	18,79	20,52	15,42	21,95
24/01	34,65		24,52	15,46	15,95	18,64	19,27	21,35	17,02	23,41
25/01	132,09			44,22	43,88	44,37	28,32	28,89	18,23	25,94
26/01	190,76			118,87	106,36	120,81	66,23	73,00	38,58	40,77
27/01	157,02			150,44	120,40	147,65	105,15	124,86	65,80	76,52
28/01	93,65			103,42	85,23	104,38	87,49	111,99	74,68	95,67
29/01	38,02		47,21	59,16	53,59	67,52	58,06	73,75	55,56	84,00
30/01	35,55	33,31	36,66	40,40	32,38	44,00	36,95	44,42	37,22	59,60
31/01	34,43		33,15	37,43	31,04	39,40	30,00	33,21	28,34	39,67
01/02	28,03			33,50	0,00	31,04	25,29		25,28	
02/02	23,39			29,71	23,62	27,99	20,94		19,97	
03/02	24,33			27,47	0,00	25,58	16,67		17,12	
04/02	28,53			26,73	19,50	24,41	15,39		15,17	
05/02	27,49		25,27	28,13	19,61	24,47	14,87		13,46	19,56

Nota-se que o pico de vazão média diária se deu entre os dias 26 e 28 de janeiro de 2020. Para cálculo da vazão média diária foram considerados apenas os dias com pelo menos 80% de dados disponíveis. Assim nas estações 56425000 (Fazenda Cachoeira D'Antas no rio Doce) e 56539000 (Cachoeira dos Óculos também no rio Doce), os maiores valores indicados provavelmente não refletem a máxima do período e devem ter ocorrido antes ou até o dia 27 de janeiro.

Entretanto, com base em estações próximas, pode-se inferir que as séries da Renova indicam na região vazões de tempo de retorno de até 75 anos (caso da RDO04 -Bom Jesus do Galho). RDO03 (S. D. do Prata) e RDO05 (Belo Oriente) também atingiram TRs acima de Governador Valadares (50 e 40 anos, respectivamente). Já para RDO07 (Periquito) e RDO09 (Tumiritinga)os tempos de retorno ficariam em 10 e 5 anos.

Na Figura 10 pode-se ver a mesma análise já apresentada para a estação de Governador Valadares, mas agora incluindo todo o período da linha-base (1985-2015).

Figura 10 – Vazões médias diárias específicas e vazões máximas na estação Governador Valadares, com dados da linha-base e pós-desastre.



Nota-se que a vazão diária máxima obtida em Governador Valadares não foi só a maior do período pós-desastre, mas também a segunda maior desde 1985.

2.3 CAUSAS

A vazão do rio Doce, obviamente, é resultado da precipitação incidente na bacia hidrográfica. Portanto, o entendimento do fenômeno desta cheia passa pela análise desta variável.

Numa perspectiva histórica em relação à precipitação, o período pós-desastre ficou marcado por chuvas abaixo da média, como é possível notar pela Figura 11, que mostra a precipitação acumulada mensal média na bacia e pela Figura 12 que apresenta as anomalias de precipitação (acumulado do mês menos a média histórica para aquele mês).

Figura 11 – Acumulado de precipitação na bacia, entre 1985 e 2020.

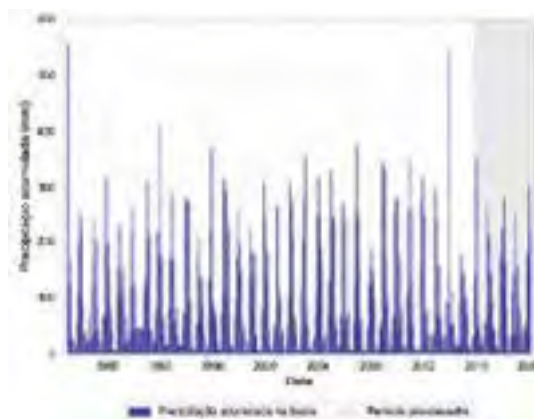
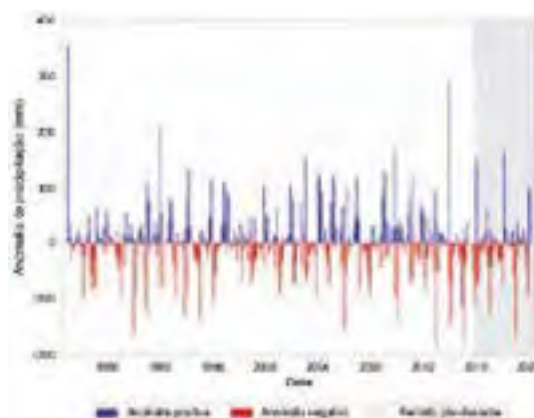


Figura 12 – Anomalia de precipitação na bacia, entre 1985 e 2020.



Para mostrar a variabilidade da magnitude da chuva da cheia de 2020, comparando-a com o esperado para cada mês, foram preparados mapas de anomalia de precipitação. A Figura 13 e a Figura 14 mostram, respectivamente, as anomalias de precipitação de janeiro e fevereiro de 2020 na bacia.

Figura 13 – Anomalia de precipitação para o mês de janeiro de 2020.

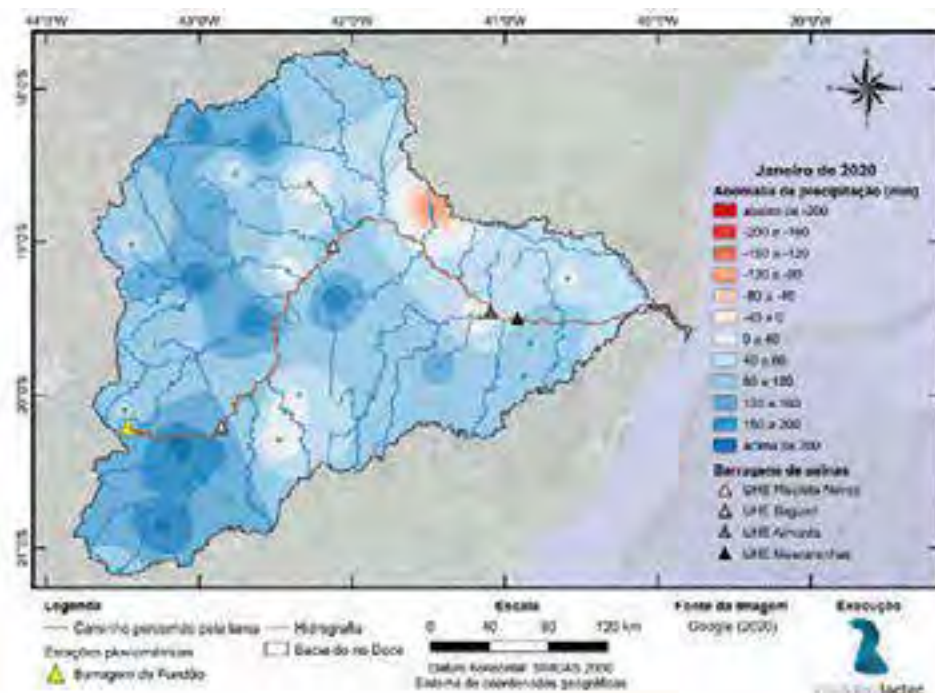
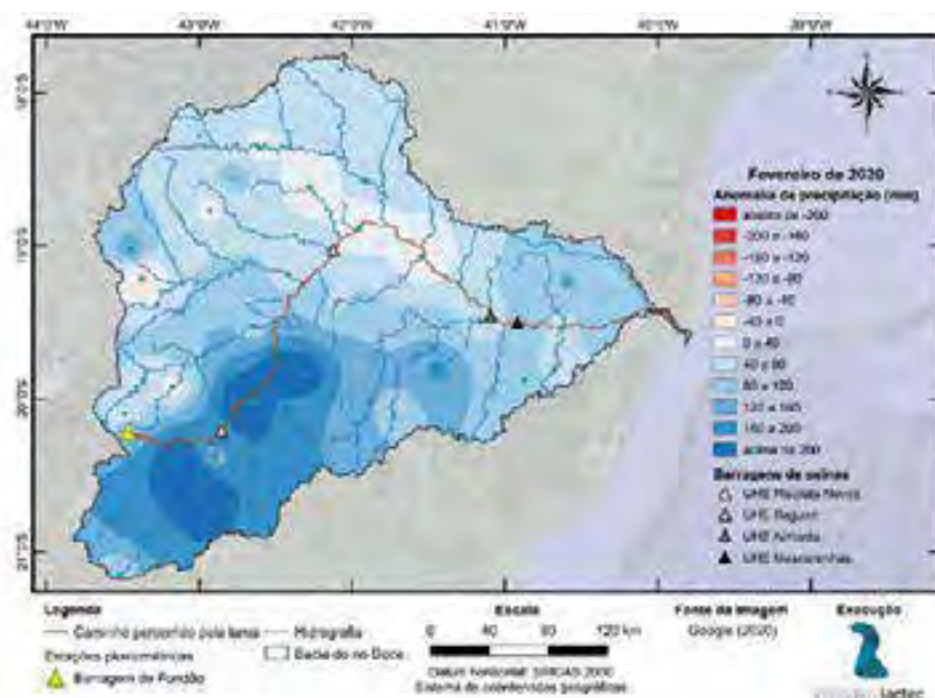


Figura 14 – Anomalia de precipitação para o mês de fevereiro de 2020.



Nota-se que muitas estações registraram valores mais altos do que a média, sobretudo na região da cabeceira da bacia, próximo da barragem de Fundão, mas ainda assim em alguns locais foram registradas precipitações inferiores à média.

Quando comparado com alguns outros meses do período pós-desastre, observa-se que, apesar dos meses de janeiro e fevereiro de 2020 apresentarem valores acima da média, não foi um mês tão chuvoso quanto janeiro de 2016 ou fevereiro de 2018, cujas anomalias são apresentadas na Figura 15 e na Figura 16.

Figura 15 – Anomalia de precipitação para o mês de janeiro de 2016.

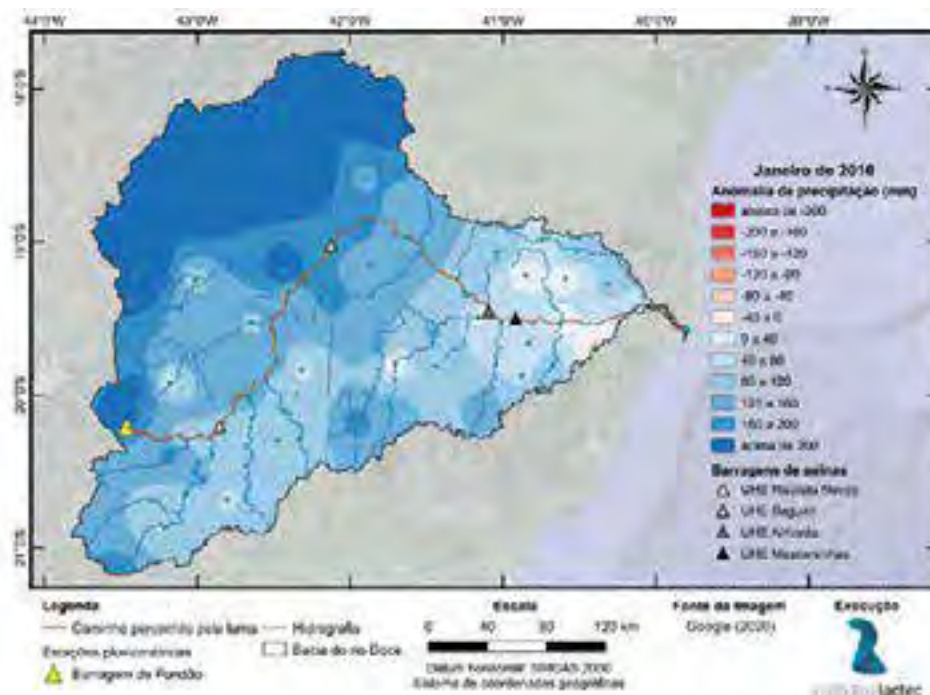
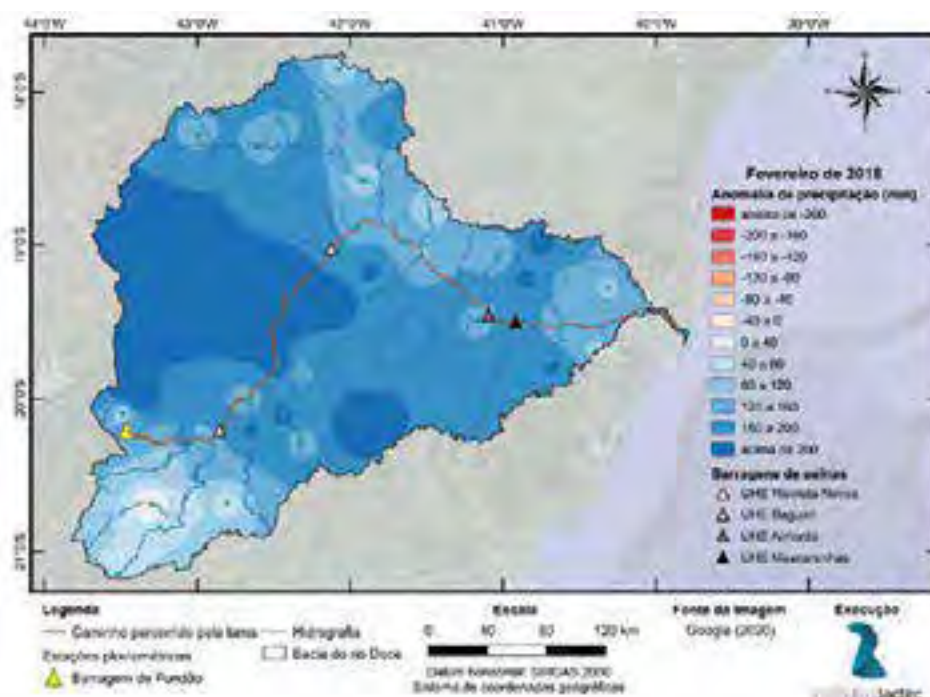


Figura 16 – Anomalia de precipitação para o mês de fevereiro de 2018.



Nestes dois casos, a bacia como um todo apresentou anomalias maiores do que os dois primeiros meses de 2020, entretanto em janeiro de 2016, embora se possa notar um núcleo positivo na barragem de Fundão, no restante da área de drenagem da região do compartimento as precipitações foram um pouco menos intensas e a maior parte da bacia impactada pela chuva está na porções norte e noroeste, um pouco distantes da calha do rio Doce. Ainda assim resultou no segundo maior episódio de cheia do pós-desastre, superado apenas por 2020.

No caso de 2018, a porção mais central e o oeste da bacia foram bem afetadas mas, ainda que a região da calha do rio Doce tenha sido diretamente afetada, não foi o suficiente para gerar uma vazão tão alta como nos dois outros eventos. Além disso, a porção da cabeceira da bacia, próxima à barragem de Fundão, recebeu chuva acima da média, mas em menor magnitude.

A distribuição de precipitações no início de 2020 com maior concentração nas cabeceiras do rio Doce explica a cheia mais severa (maior tempo de retorno) nas estações mais a montante e com tempo de retorno diminuindo para as estações mais a jusante a medida que chegam afluentes não impactados com chuvas acima da média.

A condição anterior da vazão também pode ajudar a explicar estas diferenças. As Figura 17 e a Figura 18 mostram uma análise das vazões mínimas para o período pós-desastre nas estações Cachoeira dos Óculos Montante e Governador Valadares, respectivamente.

Figura 17 – Vazões médias diárias (azul escuro), média de 7 dias (azul claro) e mínimas no período pós-desastre na estação Cachoeira dos Óculos Montante.

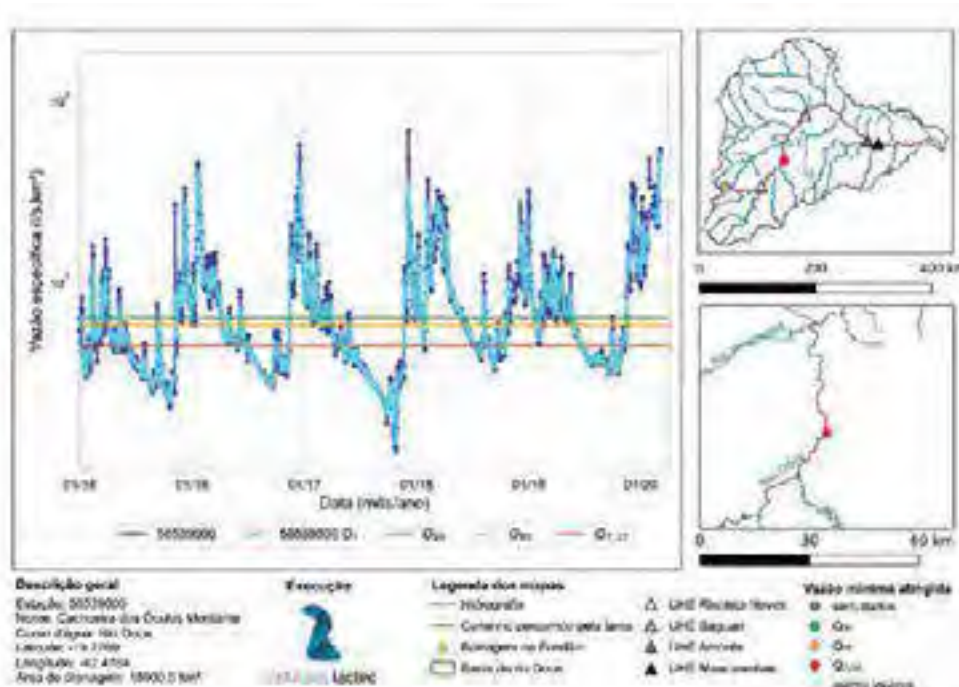
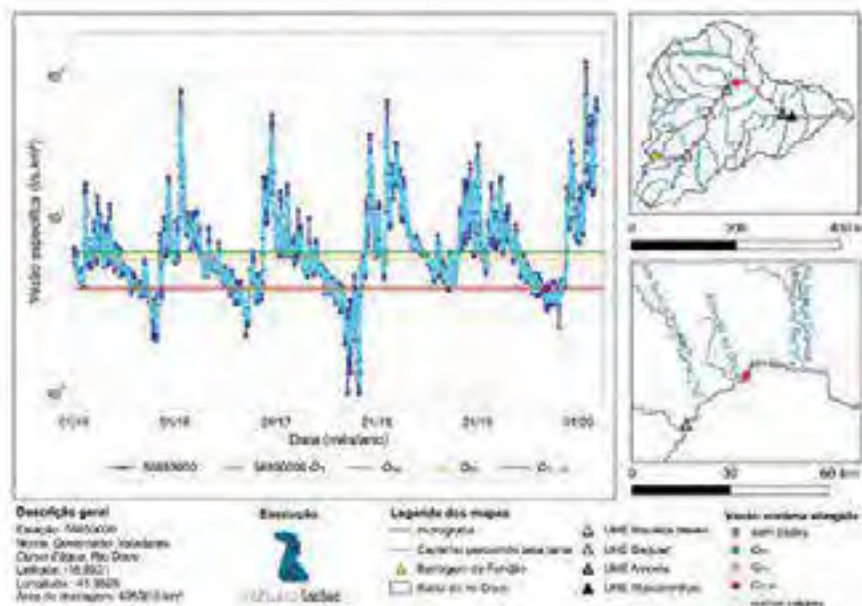


Figura 18 – Vazões médias diárias (azul escuro), média de 7 dias (azul claro) e mínimas no período pós-desastre na estação Governador Valadares.



Nestes dois casos pode-se notar que as estações mostram valores abaixo de $Q_{7,10}$ (vazão mínima de 7 dias de duração com tempo de retorno de 10 anos) por um longo período desde 2015, principalmente em 2017. Isso contribuiu para que a cheia de 2016 não fosse tão alta quanto poderia.

No caso de 2018, ainda que a precipitação de fevereiro de 2018 tenha sido bastante intensa, o período seco anterior foi bastante severo gerando um maior rebaixamento do lençol freático. Com isso as chuvas mais intensas seguidas posteriores a esta seca serviram, em grande parte, para aumentar o nível do lençol freático e evitando uma cheia de proporções maiores no período úmido seguinte. Já nos dois períodos secos seguintes (2018, 2019) as vazões começaram a vencer o limite da $Q_{7,10}$, criando um cenário mais favorável a grandes episódios de cheia devido ao solo estar mais úmido em relação ao de 2017. Além disso a distribuição geográfica das precipitações também influencia a geração de grandes cheias.

Deste modo, pode-se concluir que:

- A cheia de 2020 foi o maior evento de vazão na calha do rio Doce no período do pós-desastre;
- Dentre as estações mais longas, com um mínimo de dados para uma estimativa razoável das vazões máximas para diferentes tempos de retorno, a estação de Governador Valadares apresentou a maior valor (TR de 20 anos aproximadamente). Isto representa não só o pico da estação para o período pós-desastre mas também o segundo maior valor desde o início da linha base (1985);
- O tempo de retorno das vazões foi bastante variado entre as estações analisadas (entre 5 e 75 anos); esta variação é explicada pela heterogeneidade da distribuição da precipitação na bacia hidrográfica do rio Doce.
- Outros eventos de elevada precipitação mensal foram registrados neste período, entretanto, condições de solo mais seco e as diferentes distribuições da precipitação na bacia, geraram um cenário menos favorável a uma cheia extrema;
- O aumento recente das vazões, vencendo a barreira da $Q_{7,10}$, pode proporcionar nos próximos anos uma cheia de magnitude ainda maior do que o observado em janeiro.

3 DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA E OBSERVAÇÕES DE CAMPO

Este item refere-se à documentação fotográfica e as observações de campo realizadas durante a 4ª Campanha de coletas de água, sedimentos e material bentônico.

Estas observações são apresentadas de forma individualizada por ponto de coleta, conforme malha amostral adotada pelo Lactec, representada pela Figura 1. Para cada um dos pontos, realizou-se uma breve descrição das características mais importantes, acompanhada de documentação fotográfica e quando necessário uma discussão remetendo aos resultados analíticos obtidos. Cabe-se mencionar que a malha amostral do Lactec foi concebida de forma a coincidir a maioria dos pontos com os pontos de coleta adotados pelo IGAM – MG e pelo programa PQQMS da Fundação Renova.

As atividades de campo relativas a estas observações foram iniciadas no dia 02 de fevereiro de 2020. Normalmente estas atividades são realizadas de forma contínua, entretanto devido ao feriado de carnaval, as mesmas foram subdividas em duas etapas, sendo de 02 a 20 de fevereiro correspondente as coletas realizadas para o estado de Minas Gerais e de 03 a 17 de março correspondente as coletas realizadas no estado do Espírito Santo, na zona costeira e marinha.

Com base nestas observações, realizadas imediatamente após as fortes chuvas que caíram na bacia, foi possível verificar que em praticamente todos os pontos o parâmetro turbidez da água encontrava-se nitidamente mais elevado que nas campanhas anteriores. Verificou-se também que em alguns locais, como Colatina e Linhares, o nível do rio Doce ainda se encontrava muito elevado. Nos locais onde houve extravasamento, foi possível identificar a marca d'água nas árvores e/ou edificações e comumente associado, depósitos de sedimentos finos, avermelhados, correlatos aos rejeitos oriundos de Fundão.

3.1 PONTO T1/AF1

As imagens de drone (Figura 19) realizadas neste local durante as atividades de coleta permitem verificar que a água se encontrava com alta turbidez e com presença marcante de sedimentos em suspensão. Entretanto, apesar das chuvas anômalas ocorridas na semana que antecedeu estas atividades, neste ponto não foram observados indícios marcantes de extravasamento e tampouco de deposição de sedimentos e de rejeito nas margens.

Estas condições devem-se ao fato de que o escoamento da água no dique S4 se dá através de vertedouro livre, impedindo assim a ocorrência de extravasamentos. Destaca-se que neste local o comportamento hidráulico é típico de reservatórios, no qual o fluxo d'água sofre redução da velocidade de escoamento devido ao represamento.

Figura 19 – Localização e documentação fotográfica do ponto T1/AF1.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
T1/AF1	Fuso 23K		Dique S4	04/02/2020
	665942 E	7761083 S		



Data da imagem Google Earth: 03/2019



3.2 PONTO T2/PC2

O ponto T2/PC2 não foi afetado pelo rompimento da barragem de fundão. Trata-se um ponto de controle no rio Gualaxo do Norte e corresponde a um ponto de coleta periódica do Lactec (Figura 20). Destaca-se a influência de outras minerações a montante, sobretudo a Mina de Timbopeba, razão pela qual é possível verificar a presença de minerais ferro magnéticos relacionados ao minério de ferro. Como pode ser observado nas imagens fotográficas, estes minerais encontram-se junto aos sedimentos das margens e devido às chuvas que antecederam as coletas, a água encontrava-se com altíssima turbidez.

Figura 20 – Localização e documentação fotográfica do ponto T2/PC1.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
T2/PC1	Fuso 23K		Rio Gualaxo do Norte	04/02/2020
	663768 E	7757151 S		



Data da imagem Google Earth: 01/2019



3.3 PONTO T3/AF2

Este ponto trata-se de uma área de planície a montante da localidade de Paracatu de Baixo – MG. Nota-se que a água se encontrava com altíssima turbidez e com presença marcante de minério de ferro e rejeito nas margens (imagens de Drone). Verificou-se também que a vegetação das margens se encontrava dobrada e danificada, evidenciando um aumento significativo do nível e da energia do fluxo da água nos dias que antederam as coletas, devido as fortes das chuvas que atingiram esta região (Figura 21).

Figura 21 – Localização e documentação fotográfica do ponto T3/AF2.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
T3/AF2	Fuso 23K		Rio Gualaxo do Norte – Montante Paracatu de Baixo	04/02/2020
	682827 E	7753939 S		



Data da imagem Google Earth: 06/2018



3.4 PONTO ADICIONAL 1

Área de planície situada na margem esquerda do rio do Carmo (Figura 22) em frente a localidade de Barra Longa. Neste ponto foram observados depósitos marcantes de material correlato ao rejeito, portanto foram realizadas coletas adicionais para a realização análises e ensaios. Do ponto de vista tátil visual, trata-se de um material de granulometria fina, siltico argiloso, de coloração marrom avermelhada, muito plástico, coesivo e com presença de níveis de minerais ferro magnéticos (teste com imã em campo). Na ocasião, a espessura destes materiais depositados variava de poucos centímetros até 0,50 m de espessura. Localmente foram observados também níveis micáceos.

Figura 22 – Localização e documentação fotográfica do ponto Ponto adicional 1.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
Ponto adicional 1	Fuso 23K		Barra Longa	05/02/2020
	705409 E	7756048 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2018



3.5 PONTO T4/AF3

Ponto de coleta periódico do Lactec situado na localidade de Barra Longa (2° Ponte a jusante da cidade), conforme mostra a Figura 23. Verificou-se que a água estava nitidamente mais turva do que nas campanhas anteriores. Foram verificados também depósitos marcantes de minerais ferro magnéticos relacionados ao rejeito. Estes minerais foram observados em depósitos arenosos de granulometria fina a média, localmente associados a níveis de minerais micáceos. Não foram observados depósitos de granulometria fina, siltico argilosa.

Figura 23 – Localização e documentação fotográfica do ponto T4/AF3.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
T4 / AF3	Fuso 23K		Barra Longa	05/02/2020
	705482 E	7755965 S		



Data da imagem Google Earth: 07/2018



3.6 PONTO T5/PC3

Ponto de coleta periódica no rio Piranga em área não afetada pela lama de rejeitos, ou seja, trata-se de um ponto de controle. Nas campanhas anteriores a amostragem era realizada cerca de 5,0 km a jusante, entretanto devido as condições do rio, cujo nível estava muito elevado devido às chuvas, por questões de segurança, nesta Campanha as coletas foram realizadas junto a Usina do Pontal, na ponte da MG – 326. Foi observada alta turbidez da água e também a presença de depósitos de sedimentos argilo siltosos, localmente micáceos, entretanto com coloração cinza e sem presença marcante de minerais ferro magnéticos, características (Figura 24).

Figura 24 – Localização e documentação fotográfica do ponto T5/PC3.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
T5 / PC3	Fuso 23K		Rio Piranga	05/02/2020
	719323 S	7748847 E		



Data da imagem Google Earth: 07/2018



3.7 PONTO R1/AF4

Primeiro ponto de coleta no rio Doce. As amostragens foram deslocadas um pouco a jusante (aprox. 400m) da ponte sobre a BR 120. Normalmente neste ponto as coletas eram realizadas sob a ponte, entretanto devido ao aumento do nível do rio, por questões de segurança, foi necessário relocar o ponto. Conforme imagens (Figura 25), verifica-se alta turbidez da água e presença de sedimentos finos, siltos argilosos, muito avermelhados, localmente micáceos e com níveis de minerais metálicos associados ao rejeito. A espessura destes depósitos de sedimentos finos, junto a margem direita, era de aproximadamente 0,50 m.

Figura 25 – Localização e documentação fotográfica do ponto R1/AF4.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
	Fuso 23K			
R1 / AF4	720874 E	7759995 S	Rio Doce – Montante da UHE Risoleta Neves	05/02/2020



Data da imagem Google Earth: 07/2018



3.8 PONTO UHE RISOLETA NEVES

Ponto de coleta no reservatório da UHE Risoleta Neves. Devido às chuvas e ao aumento significativo do nível do rio, por questões de segurança, conforme orientação dos engenheiros da Fundação Renova, as coletas foram realizadas logo acima do barramento A. Cabe-se destacar que a usina se encontrava com as comportas abertas e com bandeira vermelha hasteada sobre o barramento, indicando proibição de navegação no reservatório.

Além da água com alta turbidez, as evidências da cheia neste local estavam marcantes, com presença de extensas áreas com deposição de material de granulometria fina, siltico argilosos, avermelhados, muito coesos e com alta plasticidade. Estes depósitos foram observados em ambas as margens do reservatório, juntamente com marcas de vegetação dobradas e/ou removidas. Associados a estes depósitos, verificou-se também níveis de minerais metálicos, localmente micáceos (Figura 26).

Figura 26 – Localização e documentação fotográfica do ponto UHE Risoleta Neves.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data
UHE Risoleta Neves	Fuso 23K 723732 E 7764230 S	Reservatório UHE Risoleta Neves	06/02/2020



Data da imagem Google Earth: 09/2019



3.9 PONTO R2/AF5

Ponto de coleta a jusante da UHE Risoleta Neves. Igualmente ao verificado no reservatório, as evidências da passagem da cheia estavam marcantes neste local. Além da alta turbidez da água, pode-se observar nas imagens acima, que devido a velocidade e intensidade do fluxo da água, a torre da estação automatizada de medição e monitoramento da qualidade da água estava completamente tombada e destruída, mesmo tendo sua estrutura constituída de tubos espessos de aço.

Devido à elevação significativa do nível do rio em decorrência das chuvas a vegetação no entorno deste ponto também foi bastante afetada e encontrava-se dobrada, rompida e com várias evidências de remoção. Neste local, devido a energia do fluxo, não foram encontrados depósitos de granulometria fina. Os sedimentos presentes nas margens eram de granulometria arenosa média a grossa, localmente associados a seixos e cascalhos (Figura 27).

Figura 27 – Localização e documentação fotográfica do ponto R2/AF5.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
R2 / AF5	Fuso 23K		Jusante da UHE Risoleta Neves	06/02/2020
	724517 E	7763978 S		



Data da imagem Google Earth: 09/2019



3.10 PONTO DE OBSERVAÇÃO 1

Ponto adicional para vistoria e medições do nível d'água - não corresponde a um ponto de coleta periódica. Imagens realizadas com drone indicam alta turbidez da água e mostram as planícies de inundação ainda alagadas devido ao evento da cheia (Figura 28). É possível verificar também a presença de depósitos de lama (granulometria fina, siltico argilosa).

Figura 28 – Localização e documentação fotográfica do ponto de observação 1.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data
Ponto de Observação 1	Fuso 23K		Rio Doce – jusante UHE Risoleta Neves	08/02/2020
	734665 E	7774931 S		



Data da imagem Google Earth: 09/2019



3.11 PONTO R3/AF6

Este local corresponde ao ponto de coletas periódicas no areal de São José do Goiabal. O evento da cheia nesta área foi muito intenso e provocou uma série de prejuízos materiais a estrutura do areal, pois a balsa com o motor, devido a energia do fluxo e a subida repentina do nível d'água, foi arrastada e tombou no rio. Quando da nossa visita, os funcionários estavam fazendo a limpeza e remontagem final do motor, que precisou obviamente ser retirado. Observou-se também danos às estruturas da estação automatizada de leitura da qualidade da água, conforme pode ser visto nas imagens, nas quais ainda é possível identificar a presença de galhos e folhas aprisionados.

Durante as coletas de sedimentos, realizadas com barco na ilha situada logo à frente do areal, verificou-se a presença de depósitos centimétricos de material argilo siltoso, avermelhado, comumente associado a níveis de minerais ferro magnéticos (realizado teste com imã de campo) (Figura 29). Apesar do nível d'água ter baixado em relação ao evento da cheia, pôde-se verificar através das imagens da régua liminimétrica, que durante as coletas, o nível ainda era relativamente alto.

Figura 29 – Localização e documentação fotográfica do ponto R3/AF6.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data
R3 / AF6	Fuso 23	Areal São José do Goiabal	07/02/2020
	735951 E 7785302 S		



Data da imagem Google Earth: 09/2019



3.12 PONTO DE OBSERVAÇÃO 2

Ponto adicional para vistoria e medições do nível d'água - Também não corresponde a um ponto de coleta periódica. Verificado alta turbidez da água e feições erosivas nos terraços marginais (margem esquerda). Foram identificados também depósitos arenosos sobre uma pequena cobertura de telha, conforme pode ser verificado nas imagens, indicando a subida significativa do nível do rio devido ao evento de cheia (Figura 30).

Figura 30 – Localização e documentação fotográfica do ponto de observação 2.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data da Coleta
Ponto de Observação 2	Fuso 23K		07/02/2020
	752902 E	7797612 S	



Data da imagem Google Earth: 04/2020



3.13 PONTO R4/AF7

Ponto de coleta periódico, situado nas imediações do Parque Estadual do Rio Doce. Local conhecido como “Ponte Queimada”. Imagens de drone indicam a alta turbidez da água. Durante as coletas de sedimentos verificou-se também a presença de material de granulometria fina, siltico argiloso, retido entre as rochas e demais irregularidades do terreno.

Estes depósitos apresentavam espessuras variáveis, coloração muito avermelhada e comumente estavam associados a níveis de minerais metálicos, ferro magnéticos. As marcas do nível da água estavam difusas, mas foi possível verificar que a vegetação estava tombada e rompida em alguns locais, devido a energia do fluxo durante a subida da água (Figura 31).

Figura 31 – Localização e documentação fotográfica do ponto R4/AF7.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R4 / AF7	Fuso 23K		Ponte Queimada	07/02/2020
	764279 E	7814294 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.14 PONTO T6/PC6

Ponto de coleta em afluente do rio Doce. Local não afetado pela lama de rejeitos. Foram observadas apenas alterações na turbidez da água, que estava mais elevada do que nas campanhas anteriores. Não foram observados depósitos significativos de sedimentos neste local (Figura 32).

Figura 32 – Localização e documentação fotográfica do ponto T6/PC6.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
T6 / PC6	Fuso 23		Ribeirão do Sacramento	07/02/2020
	767767 E	7818713 S		



Data da imagem Google Earth: 11/2019



3.15 PONTO T7/PC8

Ponto de coleta periódica no rio Piracicaba em área não afetada pela lama de rejeitos, ou seja, trata-se de um ponto de controle. Neste local as coletas são realizadas junto a casa de bombas da Usiminas, na cidade de Ipatinga – MG.

Observou-se que devido a significativa elevação do nível do rio nos dias que antecederam as coletas, haviam depósitos de sedimentos arenosos sobre as estruturas da casa de bombas em pontos situados a aproximadamente 5 a 5 metros do nível normal do rio. Estes sedimentos foram transportados e depositados durante o evento da cheia. Além destes depósitos arenosos, foi verificada também alta turbidez da água (Figura 33).

Figura 33 – Localização e documentação fotográfica do ponto T7/PC8.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
T7 / PC8	Fuso 23K		Rio Piracicaba	10/02/2020
	757997 E	7841617 S		



Data da imagem Google Earth: 12/2018



3.16 PONTO R5/AF8

Ponto de coleta situado nas proximidades do aeroporto de Ipatinga - MG, junto ao areal rio Doce. Além do nível elevado do rio e da alta turbidez da água, verificou-se também a presença de depósitos siltsos de coloração avermelhada sobre os terraços marginais (margem direita) (Figura 34).

Figura 34 – Localização e documentação fotográfica do ponto R5/AF8.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R5 / AF8	Fuso 23K		Areal Ipatinga	10/02/2020
	764912 E	7844399 S		



Data da imagem Google Earth: 11/2019



3.17 PONTO R6/AF9

Ponto de coleta periódico na localidade de Perpétuo Socorro. No que se refere às observações relativas ao evento da cheia, conforme documentação fotográfica, verifica-se alta turbidez da água, presença de vegetação retida junta a estrutura da estação automatizada (trazida pelo aumento de nível) e depósitos centímetros de sedimentos finos, siltico argilosos, de coloração avermelhada (Figura 35).

Figura 35 – Localização e documentação fotográfica do ponto R6/AF9.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R6 / AF9	Fuso 23K		Perpétuo Socorro	10/02/2020
	776918 E	7861583 S		



Data da imagem Google Earth: 11/2019



3.18 PONTO T8/AF10

Ponto de coleta no rio Santo Antônio, junto ao areal Naque. Dado que se trata de uma área de desembocadura, há influência hidráulica direta do rio Doce, principalmente em eventos de cheia.

Como pode-se observar pela documentação fotográfica (Figura 36), a marca do nível da água atingiu o escritório do areal. Verificou-se também a presença de depósitos de granulometria mais fina, siltico argilosa, depositado sobre as areias de fundo presentes na foz deste rio. Em relação as campanhas anteriores, verificou-se também alta turbidez da água.

Figura 36 – Localização e documentação fotográfica do ponto T8/AF10.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
T8 / AF10	Fuso 23K		Rio Santo Antônio – Areal Naque	11/02/2020
	780944 E	7871361 S		



Data da imagem Google Earth: 11/2019



3.19 PONTO R7/AF11

Ponto de coleta na localidade de Pedra Corrida (Figura 37). As evidências mais marcantes da cheia neste local, foram a alta turbidez da água e a presença de depósitos de material siltoso, de coloração avermelhada junto a margem esquerda. Intercalado a estes depósitos, como pode ser visto nas fotografias, verificou-se também a presença de níveis de minerais ferro magnéticos, típicos dos materiais relacionados ao rejeito de fundão.

As espessuras medidas destes materiais depositados, em alguns locais, eram da ordem de 20 centímetros. Nota-se também a presença de gretas de contração, trincas provocadas pelo ressecamento.

Figura 37 – Localização e documentação fotográfica do ponto R7/AF11.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R7 / AF11	Fuso 23K		Pedra Corrida	11/02/2020
	799366 E	7886163 S		



Data da imagem Google Earth: 11/2019



3.20 PONTO T9/AF12

Ponto de coleta no rio Corrente Grande (Figura 38). Área de cultivo e comércio de peixes. Neste local o regime hidráulico sofre influência do reservatório da UHE Baguari, de tal forma que as cheias são controladas pela abertura das comportas a jusante.

Assim, não foram observadas marcas da água nem tampouco deposição de sedimentos decorrentes do evento da cheia.

Figura 38 – Localização e documentação fotográfica do ponto T9/AF12.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
T9 / AF12	Fuso 23K		Rio Corrente Grande	12/02/2020
	800125 E	7892476 S		



Data da imagem Google Earth: 11/2019



3.21 PONTO R8/AF13

Ponto de coleta situado na cidade de Governador Valadares, dentro das dependências da Estação de Tratamento de Água da Vila Isa – SAAE (Figura 39). Neste local os indícios da cheia estavam marcantes, como a presença de vegetação junto as estruturas de captação, a alta turbidez da água e a presença de sedimentos siltosos de coloração avermelhada, depositados sobre os terraços marginais (margem direita).

A alta energia do fluxo neste local resultou na destruição de uma das estruturas da plataforma de captação. Como pode ser visto pela documentação fotográfica, a ferragem da estrutura foi totalmente dobrada e retorcida.

Figura 39 – Localização e documentação fotográfica do ponto R8/AF13.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R8 / AF13	Fuso 24K		Estação Captação – Gov. Valadares	13/02/2020
	189067 E	7909532 S		



Data da imagem Google Earth: 10/2019



3.22 PONTO CLUBE DO GARFO

Ponto adicional de observação no Clube do Garfo, situado na Ilha dos Araújo, na cidade de Governador Valadares. Devido a cheia do rio Doce as áreas do clube foram completamente inundadas. Houve significativa deposição de sedimentos de granulometria siltico arenosa, localmente argilosos, avermelhados, com presença de micas e níveis de minerais ferro magnéticos (Figura 40).

Apesar da mistura com sedimentos remobilizados do fundo, estes materiais apresentavam características muito correlatas aos rejeitos provenientes de fundão. Quando ressecados estes materiais tornavam-se gretados (gretas de contração). Estas estruturas foram observadas em vários outros pontos cujos materiais tinham características semelhantes e indicavam correlação com os rejeitos.

Figura 40 – Localização e documentação fotográfica do ponto Clube do Garfo.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
Clube do Garfo Ponto adicional	Fuso 24K		Governador Valadares – Ilha dos Araújo	13/02/2020
	190352 E	7912076S		



Data da imagem Google Earth: 10/2019



3.23 PONTO R9/AF14

Ponto de coleta junto a estação de captação de água. As evidências da cheia neste ponto estavam caracterizadas pela marca do nível da água nas árvores, como pode ser verificado pela documentação fotográfica (Figura 41), além da alta turbidez da água e da presença de sedimentos siltosos de coloração avermelhada depositados sobre os terraços marginais.

Figura 41 – Localização e documentação fotográfica do ponto R9/AF14.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R9 / AF14	Fuso 24K		Rio Doce próximo fábrica da Piracanjuba	13/02/2020
	204200 E	7911837 S		



Data da imagem Google Earth: 10/2019



3.24 PONTO T10/PC10

Ponto de coleta periódica no Rio Suaçui Grande. Esta área sofre influência das cheias no rio Doce. Durante as atividades de coleta verificou-se que o nível do rio ainda estava elevado, associado a alta turbidez da água (Figura 42).

Figura 42 – Localização e documentação fotográfica do ponto T10/PC10.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data da Coleta
T10 / PC10	Fuso 24K		Rio Suaçui Grande
	206402 E	7913825 S	



Data da imagem Google Earth: 01/2020



3.25 PONTO R10/AF15

Ponto de coleta realizado na localidade de Tumiritinga. Além da marca do nível da água, verificou-se a presença de depósitos de sedimentos granulometria fina, essencialmente siltsos, de coloração avermelhada e localmente micáceos. As espessuras medidas destes materiais em alguns locais eram da ordem de 20 cm.

Assim como verificado em outros locais, as estruturas de gretas de contração estavam bastante evidentes e sugerem correlação e contribuição de materiais oriundos dos rejeitos de fundão (Figura 43).

Figura 43 – Localização e documentação fotográfica do ponto R10/AF15.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R10 / AF15	Fuso 24K		Tumiritinga	14/02/2020
	221808 E	7899874 S		



Data da imagem Google Earth: 10/2019



3.26 PONTO T11/AF16

Ponto de coleta junto a ponte metálica em Barra do Cueté. Em eventos de cheia neste local ocorre a entrada de água do rio Doce. Além da alta turbidez da água, como pode ser verificado pela documentação fotográfica, foram observados depósitos de sedimentos finos, siltsosos, de coloração avermelhada e muito gretados (gretas de contração – estrutura formada pelo ressecamento) (Figura 44).

Conforme mencionado estes materiais e estas estruturas sugerem correlação e contribuição de materiais oriundos dos rejeitos de Fundão.

Figura 44 – Localização e documentação fotográfica do ponto T11/AF16.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data da Coleta
T11 / AF16	Fuso 24K		Barra do Cueté
	233884 E	7890088 S	



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.27 PONTO R11/AF17

Ponto de coleta junto a ponte de acesso de Conselheiro Pena – MG. As imagens de drone evidenciam a alta turbidez da água durante as atividades de campo e a presença de vegetação sob os pilares da ponte permitem verificar a altura aproximada do nível atingido pela água e a intensidade do fluxo durante a cheia.

Foram também observados depósitos de sedimentos finos entre as irregularidades das rochas que compõem a ilha sobre a qual estão apoiadas as referidas pontes (Figura 45).

Figura 45 – Localização e documentação fotográfica do ponto R11/AF17.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data da Coleta
R11 / AF17	Fuso 24K	Ponte em Conselheiro Pena	14/02/2020
	240251 E 7879462 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.28 PONTO R12/AF18

Ponto de coleta em Resplendor – MG. As imagens mostram claramente a presença de depósitos de sedimentos finos, essencialmente siltosos, localmente com areia fina e/ou argilosos, de coloração avermelhada como níveis micáceos e de minerais ferro magnéticos que permitem a correlação com os rejeitos oriundos do rompimento da barragem de Fundão. As estruturas gretadas (gretas de contração), conforme já mencionado são estruturas típicas destes materiais quando expostos ao calor e ao consequente ressecamento.

Além da presença destes depósitos, verificou-se também uma altíssima turbidez da água neste local, agravada por obras que estavam sendo executados em um canal de drenagem anexo ao ponto de coleta. Estas intervenções, aparentemente para limpeza e desobstrução do canal, estavam revolvendo o material de fundo e consequentemente aumentando ainda mais a turbidez da água (Figura 46).

Figura 46 – Localização e documentação fotográfica do ponto R12/AF18.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R12 / AF18	Fuso 24K		Resplendor	17/02/2020
	263320 E	7861247 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.29 PONTO UHE AIMORÉS

Ponto de coleta realizado no reservatório de Aimorés. Além da alta turbidez da água em relação as etapas anteriores, verificou-se também a presença de muitos detritos (lixo), junto ao barramento, conforme pode ser observado pela documentação fotográfica.

A alta turbidez, a presença de sólidos em suspensão e a baixa circulação do fluxo d'água, certamente resultaram em baixa oxigenação da água – a presença de peixes mortos (fotografias), comprova estas condições desfavoráveis à biota nesta área (Figura 47).

Figura 47 – Localização e documentação fotográfica do ponto da UHE Aimorés.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
UHE Aimorés	Fuso 24k		Reservatório UHE Aimorés	18/02/2020
	279742 E	7847723 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.30 PONTO T12/AF19

Ponto de coleta no afluente Manhuaçu. Neste local, em períodos de cheia, ocorre a entrada das águas do rio doce nesta área. A presença de sedimentos finos, de granulometria siltosa e muito avermelhados, como se pode ver pela documentação fotográfica (Figura 48), comprova que no evento da cheia houve entrada da água e deposição destes materiais junto às margens. Além da deposição destes materiais, verificou-se também alta turbidez da água.

Figura 48 – Localização e documentação fotográfica do ponto T12/AF19.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
T12 / AF19	Fuso 24K		Rio Manhuaçu	17/02/2020
	279940 E	7844315 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.31 PONTO R13/AF20

Ponto de coleta em Baixo Guandu, junto a ponte sobre o rio Doce. As marcas do nível da água e as informações dos moradores locais indicam que o evento da cheia foi significativo nesta localidade. Como se pode ver pela documentação fotográfica, houve intensa deposição de sedimentos de granulometria siltosa, avermelhados e localmente com níveis de minerais micáceos e minerais ferro magnéticos, correlatos aos rejeitos oriundos do rompimento de Fundão.

As estruturas gretadas (gretas de contração), são também típicas destes materiais quando expostos ao calor e ao consequente ressecamento (Figura 49).

Figura 49 – Localização e documentação fotográfica do ponto R13/AF20.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R13 / AF20	Fuso 24K		Baixo Guandu	17/02/2020
	288704 E	7842022 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.32 PONTO UHE MASCARENHAS

Coletas realizadas no reservatório da UHE Mascarenhas. Verificado altíssima turbidez da água (Figura 50) em relação as campanhas anteriores. Os sedimentos amostrados com a draga neste ponto apresentavam também significativa correlação com os materiais oriundos do rompimento da barragem de Fundão.

Figura 50 – Localização e documentação fotográfica do ponto da UHE Mascarenhas.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
UHE Mascarenhas	Fuso 24K		Reservatório UHE Mascarenhas	03/03/2020
	297844 E	7842380 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.33 PONTO R14/AF21

Neste local de coletas há uma pequena balsa para a transposição de passageiros. A operação desta balsa só é possível nestas condições, quando rio se encontra com o nível elevado. Foi observada alta turbidez da água e a presença de depósitos de sedimentos de granulometria fina, silto argiloso, de coloração avermelhada, associados a presença de minerais ferro magnéticos e localmente níveis micáceos, correlatos aos rejeitos oriundos de Fundão (Figura 51).

Figura 51 – Localização e documentação fotográfica do ponto R14/AF21.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R14 / AF21	Fuso 24K		Rio Doce – jusante UHE Mascarenhas	18/02/2020
	309640 E	7839813 S		



Data da imagem Google Earth: 08/2019



3.34 PONTO R15/AF22

Coletas realizadas na cidade de Colatina. Conforme pode ser verificado pela documentação fotográfica, na ocasião das atividades de campo o nível do rio nesta região encontrava-se ainda muito elevado.

Foi verificada uma alta turbidez da água (Figura 52) e a presença de depósitos de granulometria fina, sítosos e avermelhados, correlatos aos rejeitos oriundos de Fundão. As marcas da água e as evidências de áreas de inundação mostraram que as cheias foram muito intensas nesta localidade.

Figura 52 – Localização e documentação fotográfica do ponto R15/AF22.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R15 / AF22	Fuso 24K		Colatina	14/02/2020
	328387 E	7839116 S		



Data da imagem Google Earth: 03/2019



3.35 PONTO L1 – LAGOA DO LIMÃO

Ponto de coleta periódica na lagoa do limão. Apesar do evento da cheia, a coloração da água e demais características ambientais mostraram que não houve alteração do nível da lagoa, nem tampouco mudanças significativas no parâmetro da turbidez (Figura 53).

Figura 53 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa do Limão – L1.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
L1	Fuso 24K		Lagoa do Limão	04/03/2020
	355688 E	7837479 S		



Data da imagem Google Earth: 03/2019



3.36 PONTO L2 – LAGOA NOVA

Ponto de coletas periódicas na Lagoa Nova (Figura 54). Este local é utilizado como área de recreação e lazer pelos moradores de Linhares e arredores. Igualmente a lagoa do Limão, apesar das fortes chuvas, não houve alteração significativa no parâmetro da turbidez nesta lagoa e também não foram evidenciadas alterações significativas no nível da água. Embora possível, a ligação com o rio Doce se dá através de um canal restrito com desnível topográfico.

Figura 54 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Nova – L2.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
L2	Fuso 24K		Lagoa Nova	05/03/2020
	378740 E	7852641 S		



Data da imagem Google Earth: 06/2019

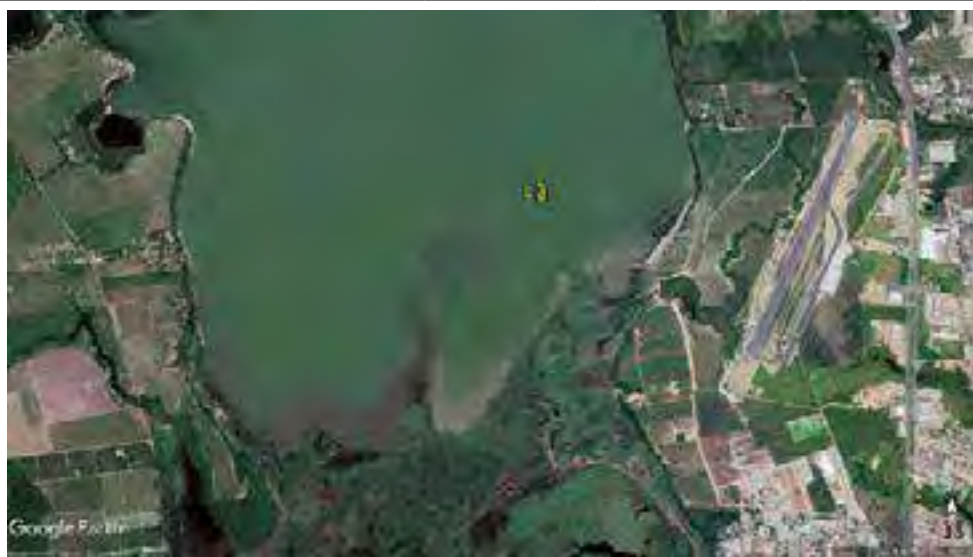


3.37 PONTO L3 – LAGOA JUPARANÃ

Coletas realizadas na Lagoa Juparanã. Em relação às campanhas anteriores, observou-se que o nível da lagoa estava consideravelmente mais elevado do que nas campanhas anteriores (Figura 55). Embora a água não estivesse barrenta, o parâmetro turbidez também apresentou alteração – era nítido o aspecto turvo da água.

Figura 55 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Juparanã – L3.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
L3	Fuso 24K		Lagoa Juparanã	05/03/2020
	385654 E	7859793 S		



Data da imagem Google Earth: 04/2020



3.38 PONTO R16/AF23

Ponto de coleta junto a cidade de Linhares – ES. Nota-se pela documentação fotográfica que o nível do rio se encontrava ainda muito elevado (Figura 56). Foram também observados depósitos de material de granulometria fina, siltsos e avermelhados, localmente associados a presença de minerais ferro magnéticos, típicos dos materiais relacionados aos rejeitos oriundos de Fundão. O parâmetro turbidez também estava significativamente mais elevado do que nas campanhas anteriores.

Figura 56 – Localização e documentação fotográfica do ponto R16/AF23.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
R16 / AF23	Fuso		Linhares - ES	05/03/2020
	387662 E	7853653 S		



Data da imagem Google Earth: 04/2020



3.39 PONTO L4 – LAGOA AREÃO

Ponto de coleta na lagoa Areão (ou dos porcos). Verificou-se que o nível da água estava visivelmente mais elevado dos que nas campanhas anteriores, dificultando inclusive o acesso para a realização das atividades de coleta.

A alta turbidez da água e o nível elevado indicam que houve entrada de água do rio Doce dentro desta lagoa devido ao evento cheia. Sedimentos coletados no fundo com a draga mostraram também a presença de material muito avermelhado de granulometria silto argilosa, correlato aos rejeitos oriundos de Fundão (Figura 57).

Figura 57 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Areão – L4.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
L4	Fuso 24K		Lagoa Areão	09/03/2020
	411629 E	7835721 S		



Data da imagem Google Earth: 07/2019



3.40 PONTO L5 – LAGOA AREAL OU PANDOLFI

Assim como na lagoa Areão, a alta turbidez e o elevado nível da água (Figura 58) evidenciam que que nesta lagoa também houve entrada das águas do rio Doce dentro durante o evento da cheia. Os sedimentos coletados com a draga também evidenciaram a presença de sedimentos de granulometria fina, avermelhados, correlatos aos rejeitos de Fundão.

Figura 58 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Areal – L5.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
L5	Fuso 24K		Lagoa Areal ou Pandolfi	09/03/2020
	413288 E	7834216 S		



Data da imagem Google Earth: 07/2019



3.41 PONTO L6 – CANAL DA LAGOA MONSARÁS

Canal da Lagoa Monsarás (Figura 59). Coletas realizadas a partir da ponte (ES-010) – acesso a localidade de Povoação. Segundo os moradores locais, em eventos de cheia há entrada de água do rio Doce neste canal e consequentemente na lagoa. Apesar da alta turbidez, o nível da água estava mais baixo se comparado as etapas anteriores.

Segundo informações locais, devido a cheia, afim de evitar alagamentos, a saída da lagoa para o havia sido aberta artificialmente para permitir o escoamento do fluxo, razão qual o nível estava mais baixo.

Figura 59 – Localização e documentação fotográfica do canal da Lagoa Monsarás – L6.

Nomenclatura	Coordenadas	Referência	Data da Coleta
L6	Fuso 24K		Canal da Lagoa Monsarás
	415912 E	7837145 S	



Data da imagem Google Earth: 07/2019



3.42 PONTO L7 – LAGOA MONSARÁS

Coleta realizada na Lagoa Monsarás propriamente dita. Conforme mencionado, o nível d'água encontrava-se mais baixo, pois o canal de saída havia sido aberto para evitar alagamentos. Além da turbidez elevada (Figura 60) verificou-se também a presença de sedimentos ferro magnéticos depositados sobre as areias das margens. A partir das coletas realizadas com a draga, verificou-se que em alguns locais, associados aos sedimentos, haviam concentrações de material orgânico, de coloração preta, provavelmente relacionados a presença de hidrocarbonetos.

Figura 60 – Localização e documentação fotográfica da Lagoa Monsarás – L7.

Nomenclatura	Coordenadas		Referência	Data da Coleta
L7	Fuso 24K		Lagoa Monsarás	06/03/2020
	419159 E	7837432 S		



Data da imagem Google Earth: 07/2019



4 LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICO E GEODÉSICO DOS PICOS DE CHEIA AO LONGO DO RIO DOCE, DEVIDO ÀS CHUVAS DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2020

O presente relatório contempla os materiais e métodos empregados nas atividades de apoio de campo, executadas ao longo do rio Doce, para o georreferenciamento e determinação das cotas ortométricas (altura até onde o rio chegou) da cheia ao longo do Rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020, desde Mariana-MG até a foz do rio Doce.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

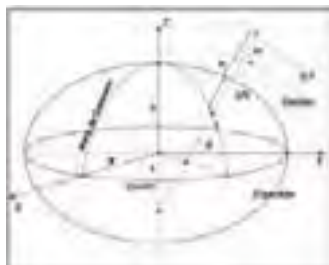
O presente capítulo apresenta conceitos sobre cartografia, geodésia, necessários para a contextualização da temática e para a compreensão do trabalho.

4.1.1 SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO

Seeber (1993), define que a geodésia consiste na ciência que trata da determinação do tamanho, da forma e dos parâmetros definidores do campo da gravidade da Terra. A forma irregular da superfície terrestre (superfície topográfica) incorpora dificuldades na realização de cálculos matemáticos, resultando em diversos problemas na sua representação cartográfica.

O geóide é uma superfície equipotencial que mais se aproxima do nível médio dos mares, prolongado através dos continentes. A adoção do geóide como superfície matemática de referência detém-se no conhecimento limitado do campo da gravidade, além de seu equacionamento matemático complexo, devido a sua forma irregular. Portanto, o geóide não é conveniente para servir como superfície de referência para as redes geodésicas horizontais e para modelo de representação cartográfica da terra. Deste modo, o elipsóide de revolução é a figura geométrica que possibilita o tratamento matemático adequado para representação da forma da Terra, tendo em vista ser um modelo com definição matemática precisa que mais se aproxima do geóide (GEMAEL, 1999).

Figura 61 – Superfície física (SF), geoide e elipsóide.



Fonte: adaptado de IBGE 2001

Os elipsóides de revolução são definidos por parâmetros geométricos e por parâmetros físicos, como o semieixo maior (a), o semieixo menor (b), a constante gravitacional geocêntrica (GM), a velocidade angular (ω) e o fator dinâmico de forma (J_2), o qual pode ser convertido no achatamento do elipsóide (f).

Segundo Mônico (2008), um Sistema Geodésico de Referência (SGR) é definido com base num conjunto de parâmetros e convenções, acoplado a um elipsóide adequado às dimensões da Terra, constituindo um referencial apropriado para atribuição das posições de pontos sobre a superfície terrestre. A materialização do sistema é definida através da determinação de um conjunto de coordenadas de estações, obtidas por diferentes técnicas de posicionamento, criando a estrutura ou rede de referência.

Um sistema geodésico de referência é ainda um sistema terrestre convencional *Conventional Terrestrial System* (CTS) associado às constantes geométricas e físicas do campo gravitacional. Um CTS é um sistema cartesiano geodésico onde sua origem está situada no centro de massa da Terra. São derivados de observações do campo da gravidade terrestre, partindo de observações de satélites e definidos por modelos, parâmetros e constantes (TORGE, 2001).

A evolução tecnológica propiciou o melhoramento dos SGR's ao longo do tempo, tanto no aspecto de definição, como no de realização do sistema. Assim, os produtos cartográficos nacionais, gerados em diferentes épocas, estão referenciados com base em diferentes sistemas, a saber: Córrego Alegre (realizações 1961 e 1970/1972), SAD69 (realização inicial, realização 1996, realização técnica Doppler ou GPS), e por último, o SIRGAS2000 (materialização 2000).

O conhecimento das características mais importantes desses sistemas, a quantificação das diferenças entre eles e as formas adequadas de conversões são aspectos muito importantes para a qualidade dos trabalhos e análises cartográficas.

4.1.1.1 Sistema Córrego Alegre

O Datum Córrego Alegre foi oficialmente adotado no país da década de 1950 e utilizado até a década de 1970. Na definição deste sistema adotou-se como superfície de referência o Elipsóide Internacional de Hayford de 1924, caracterizado por um semieixo maior, $a = 6.378.388\text{m}$ e achatamento $f = 1/297$. Como ponto origem foi escolhido o vértice geodésico Córrego Alegre, situado em Minas Gerais, no qual o posicionamento e a orientação do elipsóide de referência foram feitos astronômicamente. Neste vértice adotaram-se valores nulos para as componentes do desvio da vertical e para a ondulação geoidal. Existem duas materializações do Córrego Alegre, a materialização de 1961 e a materialização de 1970 - 1972 (IBGE, 1996).

4.1.1.2 Sistema SAD69

O South American Datum 1969 (SAD69) foi adotado como sistema de referência oficial no Brasil no final da década de 70, tomando como modelo geométrico da Terra, o Elipsóide de Referência Internacional de 1967 ($a = 6.378.160\text{m}$ e $f = 1/298,25$) e como origem, o vértice geodésico Chuá em Minas Gerais. O SAD69 foi estabelecido antes do surgimento das técnicas espaciais de posicionamento. Assim, corresponde a um sistema de referência clássico, cuja materialização foi realizada através de técnicas e metodologias de posicionamento terrestre. Além disso, possui caráter regional ou local, não existindo coincidência entre o centro do elipsóide e o centro de massa da Terra (IBGE, 1989).

4.1.1.3 Sistema SIRGAS

O projeto SIRGAS teve início em 1993, com a finalidade de estabelecer um sistema de referência geocêntrico para a América do Sul. Foi decidido adotar o elipsóide GRS80 ($a=6.378.137$ m e $f=1/298,257222101$), além de estabelecer e manter uma rede de referência e um Datum (modelo matemático da Terra) geocêntrico. Entre os meses de maio e junho de 1995 realizou-se a primeira parte do projeto, formando uma rede GPS de precisão com 58 estações para toda a América do Sul.

A Resolução do IBGE Nº1/2005 de 25/02/2005 estabeleceu o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), como novo SGR para o SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). Com essa adoção garante-se a qualidade dos levantamentos GPS, devido à necessidade de um sistema de referência geocêntrico compatível com a precisão dos métodos e técnicas de posicionamento atuais e com os demais sistemas adotados em outros países (ZANETTI, 2006).

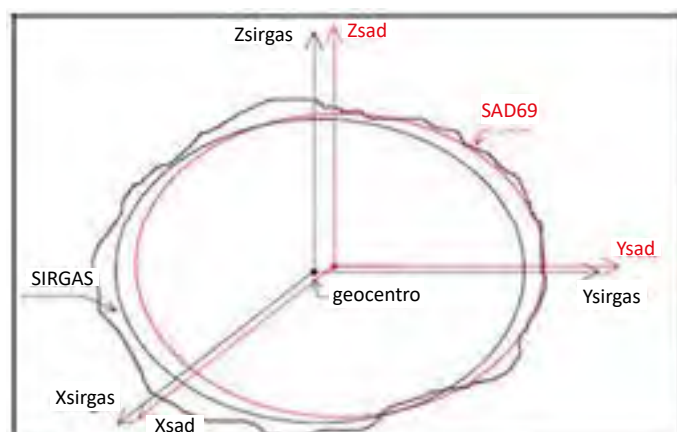
4.1.1.4 Transformação de Sistemas

No Brasil, a transformação entre diferentes sistemas de referência se dá por meio de parâmetros de transformação, os quais são oficialmente divulgados pelo IBGE. A resolução traz especificações e normas gerais e estabelece tolerâncias e critérios para a execução de Levantamentos Geodésicos no território brasileiro, define como modelo matemático, para a transformação de coordenadas, as equações diferenciais simplificadas de Molodensky.

A Resolução nº 23, de 21 de fevereiro de 1989, que altera o Apêndice II da Resolução PR 22/83, definiu os parâmetros oficiais para a transformação de WGS84 (World Geodetic System 1984) para SAD69. Cabe ser ressaltado que, estes parâmetros foram estimados com base na realização inicial de ambos os sistemas.

A Figura 62 mostra a diferença conceitual na definição dos referenciais SAD69/96 e SIRGAS2000, identificando certas incoerências entre o sistema de referência adotado no GPS, o WGS84 (compatível com SIRGAS2000), e os respectivos referenciais existentes, associados a uma figura da terra não geocêntrica, como é o caso do SAD69.

Figura 62 – Diferença conceitual entre os referenciais SAD- 69 e SIRGAS-2000.



Fonte: IBGE, 2001.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 MATERIAIS

Para o georreferenciamento e determinação das cotas ortométricas (altura até onde o rio chegou) da cheia ao longo do Rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020, desde Mariana-MG até a foz do rio Doce, foram utilizados equipamentos geodésicos de alta precisão, os quais estão descritos nas Tabela 4 e na Tabela 5 constam os softwares utilizados para o processamento destes dados.

Tabela 4 – Sistema GNSS RTK.

ITEM	DESCRIÇÃO
Imagem do equipamento	
Marca da Controladora	Hi-Target
Modelo da Controladora	IHAND 20
Recepção de Satélites	Multi-constelação, capaz de rastrear GPS + Glonass, Beidou e Galileo
Marca da Antena	Hi-Target
Modelo da Antena	BD970
Marca RTK	Hi-Target
Modelo RTK	Pacific Crest ADL
PRECISÃO DE LINHA DE BASE (FASE DIFERENCIAL)	
Estática	5 mm + 1 ppm
Estática Rápida	5 mm + 1 ppm
Stop &Go	10 mm + 1 ppm
Cinemática	8 mm + 1 ppm

Tabela 5. Software para processamento dos pontos de apoio e levantamento topográfico.

FINALIDADE	DESCRIÇÃO (FABRICANTE / NOME)
Planejamento de Campo	Google / Google Earth
	IBGE / BDG - Banco de Dados Geodésicos
Processamento Dados GPS / Topográficos	Magnet Tools / Sistema Posição
Transformação do Referencial Altimétrico	IBGE / MAPGEO 2015
Espacialização dos Pontos	Autocad MAP 2019

4.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o referencial geodésico e a projeção cartográfica descritos abaixo:

- **Sistema de Coordenadas:** UTM SIRGAS2000;
- **Modelo Geoidal:** IBGE – Marégrafo de Imbituba (SC);
- **Elipsóide:** SIRGAS 2000;
- **Meridiano Central:** 39°W e 45°W;
- **Fuso:** 23S e 24S;
- **Hemisfério:** Sul

4.3.1 TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS

Os dados adquiridos durante o levantamento de campo são referenciados ao Sistema WGS84 (World Geodetic System 1984), porém o sistema adotado no trabalho foi o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), e como citado pelo IBGE, por serem praticamente idênticos não existem parâmetros de conversão.

Tabela 6 – Parâmetros de transformação WGS84/SIRGAS 2000.

	WGS84 / SIRGAS	SIRGAS/WGS84
ΔX	0	0
ΔY	0	0
ΔZ	0	0

Fonte: adaptado de IBGE.

4.3.2 DOCUMENTAÇÃO OFICIAL

A escolha de um ponto de controle em campo dá-se em função da sua localização em relação à área a ser levantada e a necessidade de pertencer à rede oficial do IBGE ou amarrada a um ponto da mesma.

A rede oficial do IBGE é composta pela Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) e pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), no qual contém a Rede Planimétrica, a Altimétrica, a Gravimétrica e as Redes Estaduais GPS.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados como bases os pontos da RBMC identificados como MGBH localizado em Belo Horizonte – MG, VICO localizado em Viçosa – MG, CEFE localizado em Vitória - ES e vértices geodésicos implantados pelo Lactec.

As coordenadas oficiais destes pontos podem ser visualizadas nas Figura 63 a Figura 71.

Figura 63 – Monografia RBMC – MGBH.



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
MGBH - Belo Horizonte

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Ring - Kátia Dyras Pereira - RBMC
 Data: 02/01/2008
 Atualização: 24/10/2018 - Atualização de Firmware

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: BSLD MGBH2018E
 Ident. da Estação: MGBH
 Código SAT: 53322
 Código Internacional: 45507M501

2. Informação sobre a localização

Cidade: Belo Horizonte
 Estado: Minas Gerais
 Informações Adicionais: Primeira triangulação de pontos medidos 0,20 m x 0,15 m x 0,140 m de altura, ergastado numa placa de concreto sobre a sala do Sestero Ambar do prédio da INCRA. Possui no topo um dispositivo de ventilação forçada padrão IBGE, e uma chapa de identificação na lateral apontada SAT 53322. Na base do Sestero Ambar do prédio da INCRA (Instituto Nacional de Colonização de Reforma Agrária), Avenida Afonso Pena 3800, Bairro Cruzeiro - Cep: 30130-00 - Belo Horizonte - MG.

3. Coordenadas oficiais

3.1. BARCART000 (epoca 2000.4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude	-19° 50' 35.8400"	Sigma: 0.001 m
Longitude	-47° 58' 26.5255"	Sigma: 0.001 m
Alt. ELIP.	914.855 m	Sigma: 0.000 m

Coordenadas Cartesianas		
X	4.529.741.8192 m	Sigma: 0.004 m
Y	-4.161.560.4725 m	Sigma: 0.004 m
Z	-2.183.854.2456 m	Sigma: 0.002 m

Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N)	7.744.087.880 m	
UTM (E)	862.037.762 m	
MC	45	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. RECEPTOR

4.1.1. Tipo do Receptor: TRIMBLE NETRS
 Número de Série: 3750R51553
 Versão do Firmware: 5.37 (Principal)
 Atualização do Firmware: 24/10/2018 às 13:12 UTC

4.1.2. Tipo do Receptor: TRIMBLE NETRS
 Número de Série: 3750R51553
 Versão do Firmware: 5.33 (Principal)
 Data de Instalação: 02/03/2018 às 17:20 UTC

4.1.3. Tipo do Receptor: TRIMBLE NETRS
 Número de Série: 4851K3539
 Versão do Firmware: 3.14 (Principal)
 Atualização do Firmware: 15/02/2008 às 00:00 UTC

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Relatório de Informação de Estação

Fonte: IBGE.

Figura 64 – Monografia RBMC – CEFE.


RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
CEFE - Vitória

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Rng. Kátia Duarte Pereira - RBMC
 Data: 24/07/2007
 Atualização: 30/06/2019 - Atualização de Primeiro

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: VIT000A
 Ident. da Estação: CUF6
 Código SAT: 82800
 Código Internacional: 410375001

2. Informação sobre a localização

Cidade: Vitória
 Estado: Espírito Santo
 Informações Adicionais: Ponto calvo de concreto com 30 cm de diâmetro, medindo 1,20 m de altura por sobre o quiosque de centragem fixada em seu topo. Avenida Itália 1728 - Jardim Aqueduct, Cep 29040-700 - Vitória/ES. Prédio do prédio Administrativo do CEFE/ES (Centro Federal de Educação Tecnológica da Espírito Santo em Vitória/ES)

3. Coordenadas oficiais

Ant. (SRG46700) (Epoche 2007.4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude	50° 13' 50.80000"	Sigma: 0,001 m
Longitude	-40° 19' 10.53752"	Sigma: 0,001 m
Alt. sfp	14,314 m	Sigma: 0,001 m

Coordenadas Cartesianas		
X	4.502.408.460 m	Sigma: 0,003 m
Y	-0.871.835.710 m	Sigma: 0,002 m
Z	-0.250.007.570 m	Sigma: 0,001 m

Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N)	7.750.574.811 m	
UTM (E)	260.241.724 m	
MC	38	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receisor

4.1.1. Tipo do Receisor: - TRIMBLE NETRS
 Número de Série: - 8750051614
 Versão do Firmware: - 5.42 (Principal)
 Atualização do Firmware: - 30/06/2019 às 19:41 UTC

4.1.2. Tipo do Receisor: - TRIMBLE NETRS
 Número de Série: - 8750051614
 Versão do Firmware: - 5.57 (Principal)
 Atualização do Firmware: - 18/06/2018 às 17:55 UTC

4.1.3. Tipo do Receisor: - TRIMBLE NETRS
 Número de Série: - 8750051614
 Versão do Firmware: - 5.33 (Principal)
 Data de Instalação: - 26/06/2018 às 15:12 UTC

CEFE/ES - Centro Federal de Educação Tecnológica da Espírito Santo

Página 1 de 1
CEFE/ES - Vitória/ES

Fonte: IBGE.

Figura 65 – Monografia RBMC – VICO.



RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
Relatório de Informação de Estação
VICO - Viçosa

0. Formulário

Preparado por: Centro de Controle Ring, Kátia Duarte Faria - RBMC
 Data: 25/02/2017
 Atualização: 04/04/2012 - Troca de equipamento

1. Identificação da estação GPS

Nome da Estação: VICO05
 Ident. da Estação: VICO
 Código SAT: 21555
 Código Internacional: 481134001
 Informações Adicionais: Esta estação pertence à Rede de Densificação do IGB e à Rede de Referência do GPSBAG

2. Informação sobre a localização

Cidade: Viçosa
 Estado: Minas Gerais
 Informações Adicionais: O ponto principal é um pilar de concreto de forma cilíndrica, implantado no terraço do prédio do Centro de Viçosa, medindo 1,18 m de altura e com 0,26 m de diâmetro com um pino de cerâmica forçada cravado no centro. No campus da Universidade Federal de Viçosa, no terraço do prédio do Centro de Viçosa.

3. Coordenadas oficiais

Alt: 686,467(6) (Epoça 2000) (4)

Coordenadas Geodésicas		
Latitude	20° 45' 41.40127"	Sigma: 0,001 m
Longitude	-42° 52' 11.90217"	Sigma: 0,002 m
Alt. GPD	686,555 m	Sigma: 0,002 m

Coordenadas Cartesianas		
X	4 372 233,3123 m	Sigma: 0,001 m
Y	-4 059 529,0468 m	Sigma: 0,001 m
Z	-42 245 559,7217 m	Sigma: 0,001 m

Coordenadas Planas (UTM)		
UTM (N)	7 702 795,752 m	
UTM (E)	721 797,712 m	
Ac	45	

4. Informações do equipamento GNSS

4.1. Receiver

4.1.1. Tipo do Receiver: TRIMBLE JET9E
 Número de Série: 4851K03571
 Versão do Firmware: 3.64 (Principal)
 Data de Instalação: 04/04/2012 às 12:01 UTC

4.1.2. Tipo do Receiver: LEICA CRX1200+ (RAB)
 Número de Série: 4851K03571
 Versão do Firmware: V6.60 (Principal)
 Data de Instalação: 18/05/2011 às 21:12 UTC
 Data de Remoção: 04/04/2012 às 12:06 UTC

4.1.3. Tipo do Receiver: TRIMBLE NETRS
 Número de Série: 4851K03571
 Versão do Firmware: 3.64 (Principal)
 Atualização do Firmware: 20/02/2009 às 09:06 UTC

IBGE - 2017. O conteúdo deste documento é propriedade do IBGE e não pode ser reproduzido sem autorização.

Figura 1 de 1
2017-02-28 10:00:00

Fonte: IBGE.

Figura 66 – Monografia M110 – Hotel Avenida Palace.

		Lactec Centro Politécnico da UFPA – Jardim das Américas – Curoba-Pá Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DOS DANOS DECORRENTES DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDAÇÃO NA BACIA DO RIO DOCE		MÊS/ANO: 04/2018	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: CENTRO			
MONOGRAFIA – M-110			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS 2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. ELIPSÓIDAL	ALT. ORTOMÉTRICA
20° 23' 09.17762"S	43° 25' 30.33887"W	736,298m	742,288 m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MERC	
664154,803m	7745029,328m	-45	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 67 – Monografia M115 – Ágil Hotel.

 lactec		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.531-970 – CNPJ 01.718.976/0001-60 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fatiano.h@lactec.org.br	
Pedreiro: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundação Do Rio Doce		Mês/Ano: 09/2019	
MUNICÍPIO/ESTADO: COLATINA - ES			
LOCALIDADE: ÁGIL HOTEL			
MONOGRAFIA - M 115			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS 2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. ELIPSÓIDAL	ALT. ORTOMÉTRICA
-19°41'51,51656	-80°27'25,97727	80,516m	68,726m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MAG.	
229216,495m	7839425,649m	-29	
CENSO DE COLETAÇÃO		FOTOGRAFIA DE COLETAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 68 – Monografia M116 – Hotel BHS.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.718.976/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Pedreiro: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundação Do Rio Doce		Mês/Ano: 09/2019	
MUNICÍPIO/ESTADO: LINHARES - ES			
LOCALIDADE: HOTEL BHS			
MONOGRAFIA – M 116			
Sistema Geodésico de Referência – SIRGAS 2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
Latitude	Longitude	Alt. Elipsoidal	Alt. Ortométrica
19°21'13,07830"S	40°03'42,89678"W	23,642m	81,422m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MAG	
388466,980m	7859700,551m	-39	
Contexto de localização		Fotografia de elevação	
			

Fonte: Lactec.

Figura 69 – Monografia Hotel La Fontaine.

 lactec		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.718.976/0001-89 Tel: (41) 3361-8162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Produto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		Mês/Ano: 09/2019	
MUNICÍPIO/ESTADO: IPATINGA - MG			
LOCALIDADE: HOTEL LA FONTAINE			
MONOGRAFIA – Hotel La Fontaine			
Sistema Geodésico de Referência – SIRGAS 2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE 19°27'44,67139"S	LONGITUDE 42°33'32,42193"W	ALT. FISICAL 288,271m	ALT. ORTOMÉTRICA -10,990m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E) 794257,014m	UTM (N) 7846187,144m	MAG. -45	
Cenário de localização		Foto da área de intervenção	
			

Fonte: Lactec.

Figura 70 – Monografia Regência.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.718.976/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.j@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		Mês/Ano: 09/2019	
MUNICÍPIO/ESTADO: REGÊNCIA - ES			
LOCALIDADE: PARQUE ECOLÓGICO			
MONOGRAFIA – B Brasília			
Sistema Geodésico de Referência – SIRGAS 2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. ELIPSÓIDAL	ALT. ORTOMÉTRICA
-19°38'46,60273	-39°49'23,81532	-6,667m	2,483m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MAG.	
413690,655m	7827454,879m	-39	
Descrição da localização:		Fotografia da localização:	
			

Fonte: Lactec.

Figura 71 – Monografia UHE Risoleta Neves.

 lactec		Lactec: Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.811-972 – CNPJ 01.715.973/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-4021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		até/ano: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARILIA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – UHE CANDONGA			
Sistema Geodésico de Referência – SIRGAS2000			
Coordenadas Geodésicas			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
20°12' 21,413" S	42°51' 28,701" W	307,600m	314,328m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	M	
725814,149m	7764282,707m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
06/02/2020 13:06:35		277,299m (Julante)	
06/02/2020 10:48:52		313,279m (Montanha)	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

4.3.3 MÉTODO DO POSICIONAMENTO GNSS

Para obtenção das coordenadas precisas dos vértices os quais serviram para apoio à base do RTK, foram utilizados receptores GNSS geodésicos de dupla frequência e método de rastreo relativo estático. A observável adotada no posicionamento relativo estático é a dupla diferença da onda portadora, sendo que para melhores resultados em termos de acurácia pode-se utilizar em conjunto a dupla diferença da pseudodistância.

Este posicionamento foi baseado nas recomendações do IBGE e utiliza dois ou mais receptores que rastreiam simultaneamente os satélites das constelações GPS e GLONASS por um período de tempo, que pode variar de dezenas de minutos até algumas horas. Os tempos de rastreo adotados foram baseados na Tabela 7.

Tabela 7 – Tabela de Referência Tempo x Distância para rastreo GNSS.

Linha de Base	Tempo de observação	Equipamento Utilizado	Precisão
00 - 05 Km	05 - 10 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
05 - 10 Km	10 - 15 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
10 - 20 Km	10 - 30 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
20 - 50 Km	02 - 03 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm
50 - 100 Km	mínimo 03 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm
> 100 Km	mínimo 04 hr	L1/L2	5 mm + 1 ppm

Fonte: IGN – Instituto Geográfico Nacional (Espanha) – Curso GPS em Geodesia Y Cartografia.

Os critérios para amarração dos vértices ao sistema planialtimétrico do IBGE foram os seguintes:

- Utilização de rastreador geodésico com portadora L1 e L2;
- PDOP máximo menor que 4;
- Horizonte mínimo igual a 10° (máscara de elevação);
- Número mínimo de satélites simultâneos rastreados igual a 6;
- Solução de ambiguidade fixa; e
- Escolha de locais sem interferência para evitar multicaminho.

4.3.4 COMPENSAÇÃO GEOIDAL

Para que as altitudes obtidas em campo pudessem ser utilizadas, foi necessário fazer a conversão da altitude geométrica em altitude ortométrica. Para isso, deve-se conhecer a ondulação geoidal, que é a separação entre o elipsóide e o geoide. O geoide é uma superfície equipotencial que coincide com o nível médio das águas dos mares, na qual as altitudes ortométricas estão referenciadas.

Para converter altitude elipsoidal (h), obtida através de GPS, em altitude ortométrica (H), utiliza-se a seguinte equação:

$$H = h - N$$

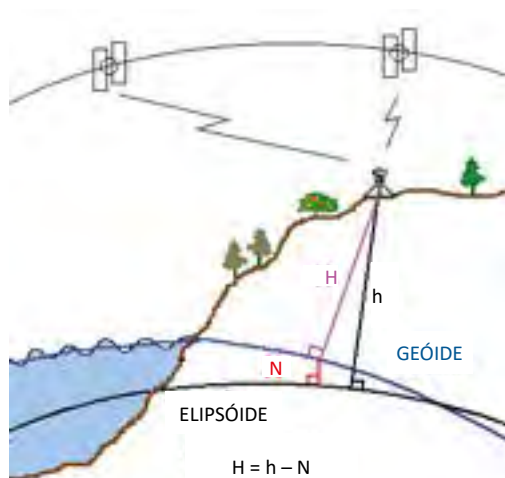
Onde:

H : altitude ortométrica,

h : altitude geométrica e

N : ondulação geoidal

Figura 72 – Modelo Geoidal.



Fonte: IBGE (MAPGEO).

A ondulação para o Brasil é dada pelo software MAPGEO2015 do IBGE.

4.4 RESULTADOS

As atividades de apoio de campo foram desenvolvidas no mês de fevereiro de 2020, entre os dias 02 a 20. Inicialmente como citado no item 5.3.2, fez-se o apoio a partir dos vértices geodésicos conforme a Figura 63 e a Figura 71. Estes tiveram como objetivo, ser a base de referência e correção para os levantamentos estáticos e estáticos rápido ao longo do rio Doce.

4.4.1 IMPLANTAÇÃO DE VÉRTICES

Em campo foram implantados pontos de apoio (vértices), os quais serviram para instalação da base do RTK. Em regiões onde as correções não eram possíveis (solução das ambiguidades), foi adotado o levantamento estático rápido e posterior processamento em escritório através do software Magnet Tools. O tempo de coleta variou conforme a linha de base, sempre respeitando um mínimo de cinco minutos.

Os vértices de referência foram apoiados com o sistema GNSS RTK, objetivando o levantamento das coordenadas geodésicas das marcas da água ou sedimentos e seguem apresentados na Figura 73.

Figura 73 – Localização das Bases Estáticas que serviram de apoio ao longo do Rio Doce.



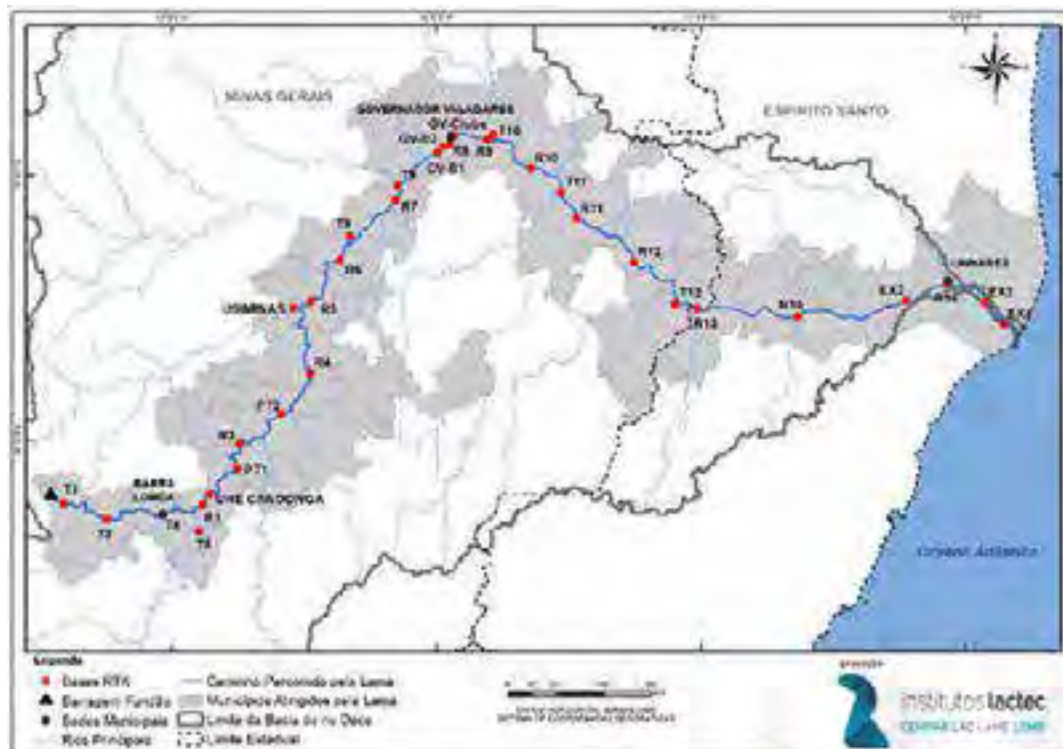
Fonte: Lactec.

4.4.2 GEORREFERENCIAMENTO DAS ALTURAS DA CHEIA

Para o georreferenciamento das alturas da cheia ao longo do rio Doce, adotou-se as mesmas regiões utilizadas pela equipe de qualidade d'água, no monitoramento/coleta de seus pontos.

Ao longo do rio, foram observados 34 pontos, localizados entre o distrito de Bento Rodrigues em Mariana-MG até a foz do rio Doce, em Regência - ES (Figura 74).

Figura 74 – Localização das réguas limnimétricas ao longo do rio Doce.



Fonte: Lactec.

Ao longo do trecho, houve inúmeros pontos observáveis em que a marca do pico da cheia de 2020 estava visível. Em sua maioria estavam sob os troncos de árvores, edificações (existentes e parcialmente demolidas), muros, rochas e postes como apresentado nas Figura 75 a Figura 80.

Figura 75 – Marca do pico de cheia em uma edificação no município de Naque – MG.



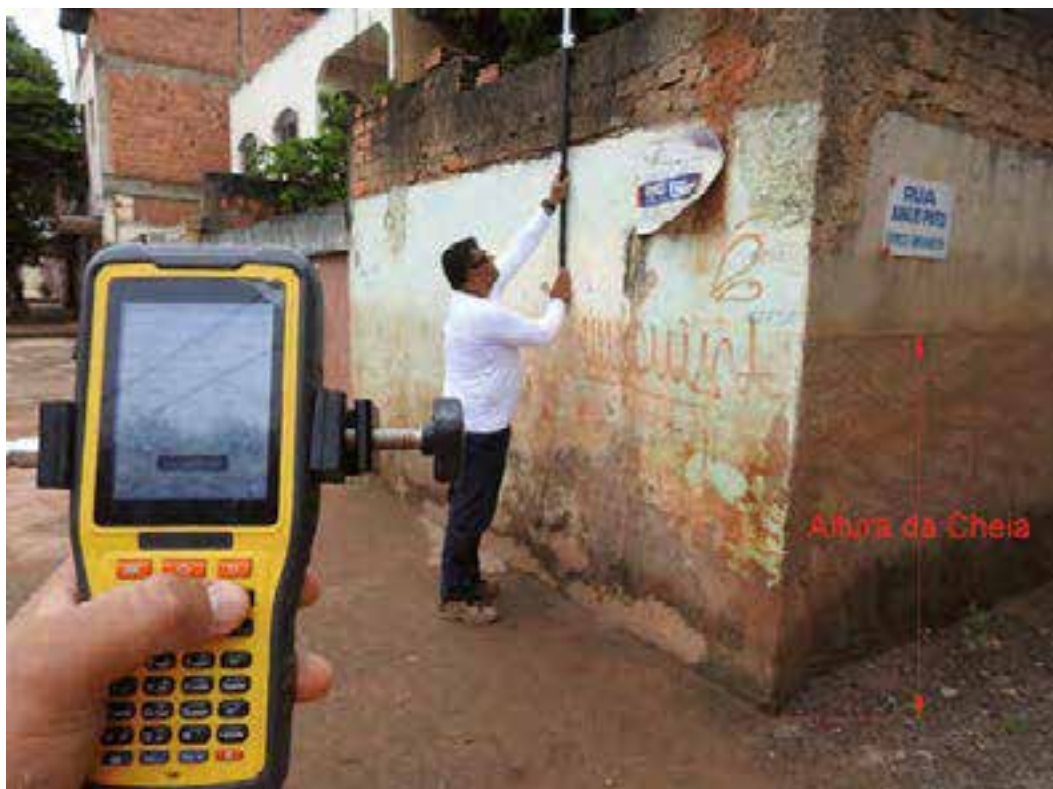
Fonte: Lactec.

Figura 76 – Marca do pico de cheia em uma edificação no município de Governador Valadares – MG.



Fonte: Lactec.

Figura 77 – Equipe de campo medindo a altura do pico da cheia.



Fonte: Lactec.

Figura 78 – Marca do pico de cheia no município de Periquito, distrito de Pedra Corrida – MG.



Fonte: Lactec.

Figura 79 – Marca do pico de cheia no município de Colatina- ES.



Fonte: Lactec.

Figura 80 – Marca do pico de cheia no município de Linhares, distrito de Regência – ES.



Fonte: Lactec.

Ao longo de toda extensão do rio Doce foram identificadas marcas e através do uso do sistema GNSS RTK obtidas as cotas elipsoidais. As cotas ortométricas foram obtidas através do software MAPGEO 2015. Para um espaçamento mais uniforme dos pontos, foram necessários levantamentos de cinco pontos extras, entre os pontos R2/R3 e R3/R4. Nestes, as observações estão na metade da distância e foram denominados “Ponto 1” e “Ponto 2”. Outra área, foi a região entre Colatina - ES e Linhares – ES, entre os pontos R15/R16. Para esta, o ponto foi denominado “Extra 2”, e finalizando dois outros pontos entre Linhares - ES e a foz do rio Doce.

4.4.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS LEVANTADOS EM CAMPO

O processamento dos dados foi dividido em duas fases:

- Vértices que serviram de apoio à base do RTK;
- Processamento dos pontos obtidos por estático rápido.

Com as coordenadas processadas e ajustadas, seguindo todos os procedimentos recomendados, foi possível converter as coordenadas geodésicas em UTM e para compensação geoidal utilizou-se o MAPGEO 2015, já descrito anteriormente.

Na Tabela 8 seguem apresentadas as coordenadas planialtimétricas das réguas, níveis d'água e das bases RTK, que serviram de apoio para os levantamentos.

Tabela 8 – Coordenadas dos níveis d'água, cotas de cheia e bases RTK.

ID	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortométrica	Ondulação Geoidal	Altitude Elipsoidal	Status	Data da Coleta	Latitude (Graus decimais)	Longitude (Graus decimais)	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)
1	Extra 2 - Base RTK	7846373,161	371468,133	24,725	-7,93	16,795	Base	16/02/2020	-19,473033	-40,224636	19°28' 22,920" S	40°13' 28,689" W
2	Extra 2 - CotaMax	7846363,868	371531,554	23,984	-7,93	16,054	RTK Fixo	16/02/2020	-19,473121	-40,224032	19°28' 23,236" S	40°13' 26,516" W
3	Extra 2 - NA	7846359,894	371530,246	20,917	-7,93	12,987	RTK Fixo	16/02/2020	-19,473157	-40,224045	19°28' 23,365" S	40°13' 26,562" W
4	Extra 3 - Base RTK	7845709,465	402818,763	10,823	-7,47	3,353	Base	16/02/2020	-19,480803	-39,925599	19°28' 50,891" S	39°55' 33,595" W
5	Extra 3 - CotaMax	7845722,434	402819,955	11,344	-7,47	3,874	RTK Fixo	16/02/2020	-19,480686	-39,925987	19°28' 50,469" S	39°55' 33,552" W
6	Extra 3 - NA	7845670,955	402890,238	8,822	-7,47	1,352	Estático Rápido	13/02/2020	-19,481154	-39,925320	19°28' 52,156" S	39°55' 31,151" W
7	Extra 4 - Base RTK	7836627,798	410609,952	6,993	-7,26	-0,267	Base	16/02/2020	-19,563231	-39,852196	19°33' 47,630" S	39°51' 7,907" W
8	Extra 4 - CotaMax	7836669,905	410630,874	7,010	-7,26	-0,250	RTK Fixo	16/02/2020	-19,562851	-39,851995	19°33' 46,264" S	39°51' 7,181" W
9	Extra 4 - NA	7836668,295	410633,769	4,794	-7,26	-2,466	RTK Fixo	16/02/2020	-19,562866	-39,851967	19°33' 46,317" S	39°51' 7,082" W
10	Gov. Valadares - Clube - Base RTK	7913103,481	190717,293	153,270	-10,97	142,300	Base	12/02/2020	-18,850950	-41,934929	18°51' 3,418" S	41°56' 5,744" W
11	Gov. Valadares - Clube - CotaMax	7913148,327	190713,133	154,855	-10,97	143,885	RTK Fixo	12/02/2020	-18,850544	-41,934961	18°51' 1,959" S	41°56' 5,861" W
14	Gov. Valadares - Ilha 1 - Base RTK	7912058,155	190346,664	158,746	-10,98	147,766	Base	12/02/2020	-18,860329	-41,938607	18°51' 37,185" S	41°56' 18,985" W
15	Gov. Valadares - Ilha 1 - CotaMax	7911627,327	190204,112	156,257	-10,98	145,277	RTK Fixo	12/02/2020	-18,864196	-41,940026	18°51' 51,107" S	41°56' 24,095" W
16	Gov. Valadares - P1 - Base RTK	7906075,262	184400,849	161,212	-11,01	150,202	Base	12/02/2020	-18,913428	-41,995937	18°54' 48,340" S	41°59' 45,374" W
17	Gov. Valadares - P1 - CotaMax	7906101,667	184582,330	162,388	-11,01	151,378	RTK Fixo	12/02/2020	-18,913217	-41,994212	18°54' 47,582" S	41°59' 39,163" W
18	Gov. Valadares - P2 - Base RTK	7908521,329	186804,089	158,976	-11,01	147,966	Base	12/02/2020	-18,891717	-41,972756	18°53' 30,182" S	41°58' 21,922" W
19	Gov. Valadares - P2 - CotaMax	7908213,388	187074,393	159,657	-11,01	148,647	RTK Fixo	12/02/2020	-18,894538	-41,970242	18°53' 40,336" S	41°58' 12,872" W
20	Gov. Valadares - P2 - NA	7908072,923	187238,463	155,764	-11,00	144,764	RTK Fixo	12/02/2020	-18,895830	-41,968709	18°53' 44,989" S	41°58' 7,351" W
21	Gov. Valadares - P3 - CotaMax	7913956,252	191388,280	153,616	-10,96	142,656	RTK Fixo	12/02/2020	-18,843353	-41,928434	18°50' 36,070" S	41°55' 42,363" W

ID	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortométrica	Ondulação Geoidal	Altitude Elipsoidal	Status	Data da Coleta	Latitude (Graus decimais)	Longitude (Graus decimais)	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)
22	Gov. Valadares - P3 - NA	7913646,890	191713,258	150,004	-10,95	139,054	RTK Fixo	12/02/2020	-18,846193	-41,925402	18°50' 46,296" S	41°55' 31,447" W
23	Ponto 1 - CotaMax	7774971,136	734675,280	270,501	-9,03	261,471	RTK Fixo	08/02/2020	-20,108139	-42,755467	20°6' 29,299" S	42°45' 19,681" W
27	Ponto 1 - NA	7774963,213	734674,241	267,414	-9,03	258,384	RTK Fixo	08/02/2020	-20,108210	-42,755476	20°6' 29,557" S	42°45' 19,713" W
24	Ponto 2 - Base RTK	7797697,570	752747,767	265,788	-9,64	256,148	Base	08/02/2020	-19,900667	-42,585858	19°54' 2,402" S	42°35' 9,088" W
25	Ponto 2 - CotaMax	7797594,072	752744,683	252,972	-9,63	243,342	RTK Fixo	08/02/2020	-19,901602	-42,585873	19°54' 5,767" S	42°35' 9,143" W
26	Ponto 2 - NA	7797639,010	752922,716	247,878	-9,63	238,248	RTK Fixo	08/02/2020	-19,901173	-42,584180	19°54' 4,223" S	42°35' 3,048" W
28	R1 - Base RTK	7759993,225	720890,264	325,202	-8,49	316,712	Base	05/02/2020	-20,245022	-42,885420	20°14' 42,080" S	42°53' 7,512" W
29	R1 - CotaMax	7760018,734	720882,628	325,858	-8,49	317,368	RTK Fixo	05/02/2020	-20,244793	-42,885496	20°14' 41,254" S	42°53' 7,786" W
30	R1 - NA	7760017,079	720874,717	323,831	-8,49	315,341	RTK Fixo	05/02/2020	-20,244809	-42,885572	20°14' 41,311" S	42°53' 8,058" W
31	R10 - Base RTK	7899839,914	221793,896	132,298	-10,44	121,858	Base	14/02/2020	-18,975109	-41,642155	18°58' 30,391" S	41°38' 31,757" W
32	R10 - CotaMax	7899826,071	221784,910	135,772	-10,44	125,332	RTK Fixo	14/02/2020	-18,975232	-41,642242	18°58' 30,836" S	41°38' 32,071" W
33	R10 - NA	7899855,236	221795,470	131,058	-10,44	120,618	RTK Fixo	14/02/2020	-18,974970	-41,642138	18°58' 29,894" S	41°38' 31,695" W
34	R11 - Base RTK	7879358,691	240216,285	116,095	-9,83	106,265	Base	14/02/2020	-19,162451	-41,470059	19°9' 44,822" S	41°28' 12,214" W
35	R11 - CotaMax	7879252,299	240253,525	119,982	-9,82	110,162	RTK Fixo	14/02/2020	-19,163416	-41,469720	19°9' 48,297" S	41°28' 10,991" W
36	R11 - NA	7879385,009	240201,434	115,511	-9,83	105,681	RTK Fixo	14/02/2020	-19,162211	-41,470197	19°9' 43,960" S	41°28' 12,709" W
37	R12 - Base RK	7861255,409	263310,724	90,878	-9,12	81,758	Base	17/02/2020	-19,328753	-41,252837	19°19' 43,510" S	41°15' 10,214" W
38	R12 - CotaMax	7861318,440	263292,936	92,039	-9,12	82,919	RTK Fixo	17/02/2020	-19,328181	-41,252999	19°19' 41,453" S	41°15' 10,795" W
39	R12 - NA	7861251,589	263313,585	90,502	-9,12	81,382	RTK Fixo	17/02/2020	-19,328788	-41,252810	19°19' 43,635" S	41°15' 10,117" W
40	R13 - Base RTK	7842053,389	288715,773	63,149	-8,45	54,699	Base	17/02/2020	-19,505006	-41,013281	19°30' 18,023" S	41°0' 47,813" W
41	R13 - CotaMax	7842044,238	288700,782	64,515	-8,45	56,065	RTK Fixo	17/02/2020	-19,505087	-41,013425	19°30' 18,315" S	41°0' 48,330" W
42	R13 - NA	7842025,676	288711,406	61,269	-8,45	52,819	RTK Fixo	17/02/2020	-19,505256	-41,013326	19°30' 18,922" S	41°0' 47,974" W
43	R14 - Base RTK	7839863,817	309616,886	42,675	-8,34	34,335	Base	18/02/2020	-19,526890	-40,814418	19°31' 36,805" S	40°48' 51,906" W
45	R14 - COTA	7839862,604	309621,722	43,275	-8,34	34,935	RTK Fixo	18/02/2020	-19,526902	-40,814372	19°31' 36,846" S	40°48' 51,741" W
44	R14 - NA	7839838,980	309649,282	38,314	-8,34	29,974	RTK Fixo	18/02/2020	-19,527118	-40,814112	19°31' 37,623" S	40°48' 50,804" W
46	R15 - Base RTK	7839127,866	328415,490	34,616	-8,19	26,426	Base	14/02/2020	-19,535248	-40,635385	19°32' 6,891" S	40°38' 7,387" W
47	R15 - CotaMax	7839118,790	328410,903	37,720	-8,19	29,530	RTK Fixo	14/02/2020	-19,535329	-40,635430	19°32' 7,185" S	40°38' 7,547" W
48	R15 - NA	7839132,875	328402,865	32,742	-8,19	24,552	RTK Fixo	14/02/2020	-19,535201	-40,635505	19°32' 6,725" S	40°38' 7,818" W
49	R16 - Base RTK	7853873,310	387922,116	18,581	-7,77	10,811	Base	16/02/2020	-19,406256	-40,067443	19°24' 22,521" S	40°4' 2,795" W

ID	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortométrica	Ondulação Geoidal	Altitude Elipsoidal	Status	Data da Coleta	Latitude (Graus decimais)	Longitude (Graus decimais)	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)
50	R16 - CotaMax	7853860,963	387929,542	18,094	-7,77	10,324	RTK Fixo	16/02/2020	-19,406368	-40,067373	19°24' 22,925" S	40°4' 2,543" W
51	R16 - NA	7853852,237	387905,724	15,048	-7,77	7,278	RTK Fixo	16/02/2020	-19,406445	-40,067600	19°24' 23,204" S	40°4' 3,361" W
52	R3 - Base RTK	7785284,660	735908,246	266,848	-9,40	257,448	Base	07/02/2020	-20,014861	-42,745013	20°0' 53,501" S	42°44' 42,046" W
53	R3 - CotaMax	7785341,040	735952,054	262,715	-9,40	253,315	RTK Fixo	07/02/2020	-20,014347	-42,744602	20°0' 51,649" S	42°44' 40,566" W
54	R3 - NA	7785306,342	735950,800	257,872	-9,40	248,472	RTK Fixo	07/02/2020	-20,014660	-42,744609	20°0' 52,777" S	42°44' 40,593" W
55	R4 - Base RTK	7814348,075	764255,626	244,663	-9,82	234,843	Base	07/02/2020	-19,748820	-42,478391	19°44' 55,753" S	42°28' 42,208" W
56	R4 - CotaMax	7814370,358	764302,667	235,035	-9,81	225,225	RTK Fixo	07/02/2020	-19,748613	-42,477946	19°44' 55,006" S	42°28' 40,604" W
57	R4 - NA	7814315,379	764256,934	233,367	-9,81	223,557	RTK Fixo	07/02/2020	-19,749115	-42,478374	19°44' 56,815" S	42°28' 42,146" W
58	R5 - Base RTK	7844477,575	764955,018	210,218	-10,84	199,378	Base	10/02/2020	-19,476710	-42,475973	19°28' 36,155" S	42°28' 33,503" W
59	R5 - CotaMax	7844480,849	764967,882	213,037	-10,84	202,197	RTK Fixo	10/02/2020	-19,476678	-42,475851	19°28' 36,042" S	42°28' 33,064" W
60	R5 - NA	7844475,732	764952,444	209,123	-10,84	198,283	RTK Fixo	10/02/2020	-19,476727	-42,475997	19°28' 36,216" S	42°28' 33,590" W
61	R6 - Base RTK	7861592,957	776914,039	194,511	-10,97	183,541	Base	10/02/2020	-19,320575	-42,364627	19°19' 14,069" S	42°21' 52,657" W
62	R6 - CotaMax	7861600,217	776912,619	198,915	-10,97	187,945	RTK Fixo	10/02/2020	-19,320510	-42,364641	19°19' 13,834" S	42°21' 52,709" W
63	R6 - NA	7861596,767	776920,971	193,940	-10,97	182,970	RTK Fixo	10/02/2020	-19,320540	-42,364561	19°19' 13,942" S	42°21' 52,421" W
64	R7 - Base RTK	7886184,798	799357,863	186,269	-11,01	175,259	Base	11/02/2020	-19,095392	-42,155042	19°5' 43,411" S	42°9' 18,150" W
65	R7 - CotaMax	7886197,188	799368,532	188,439	-11,01	177,429	Estático Rápido	11/02/2020	-19,095279	-42,154942	19°5' 43,003" S	42°9' 17,792" W
66	R7 - NA	7886172,032	799368,113	185,201	-11,01	174,191	RTK Fixo	11/02/2020	-19,095506	-42,154942	19°5' 43,821" S	42°9' 17,793" W
67	R8 - Base RTK	7909492,074	189126,001	159,927	-10,99	148,937	Base	13/02/2020	-18,883307	-41,950585	18°52' 59,904" S	41°57' 2,107" W
68	R8 - CotaMax	7909529,232	189097,744	157,885	-10,99	146,895	RTK Fixo	13/02/2020	-18,882967	-41,950847	18°52' 58,682" S	41°57' 3,051" W
69	R8 - NA	7909487,935	189082,508	154,310	-10,99	143,320	RTK Fixo	13/02/2020	-18,883338	-41,950998	18°53' 0,015" S	41°57' 3,594" W
70	R9 - Base RTK	7911853,702	204206,069	141,820	-10,74	131,080	Base	13/02/2020	-18,864204	-41,807232	18°51' 51,135" S	41°48' 26,034" W
71	R9 - CotaMax	7911864,616	204216,345	142,954	-10,74	132,214	RTK Fixo	13/02/2020	-18,864107	-41,807133	18°51' 50,786" S	41°48' 25,678" W
72	R9 - NA	7911840,735	204213,490	138,919	-10,74	128,179	RTK Fixo	13/02/2020	-18,864322	-41,807163	18°51' 51,560" S	41°48' 25,788" W
73	Regência - Base RTK	7827460,170	413687,035	2,344	-7,15	-4,806	Base	16/02/2020	-19,646207	-39,823285	19°38' 46,345" S	39°49' 23,825" W
74	Regência - NA	7827484,525	413676,374	0,331	-7,15	-6,819	RTK Fixo	16/02/2020	-19,645986	-39,823385	19°38' 45,551" S	39°49' 24,187" W
75	T1 - Base RTK	7761079,868	665922,149	698,230	-6,43	691,800	Base	04/02/2020	-20,240761	-43,411552	20°14' 26,739" S	43°24' 41,587" W
76	T1 - NA	7761076,401	665942,018	697,394	-6,43	690,964	RTK Fixo	04/02/2020	-20,240791	-43,411362	20°14' 26,846" S	43°24' 40,902" W
77	T10 - Base RTK	7913819,247	206442,399	147,075	-10,71	136,365	Base	13/02/2020	-18,846780	-41,785733	18°50' 48,408" S	41°47' 8,640" W

ID	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortométrica	Ondulação Geoidal	Altitude Elipsoidal	Status	Data da Coleta	Latitude (Graus decimais)	Longitude (Graus decimais)	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)
78	T10 - CotaMax	7913829,873	206413,025	142,479	-10,71	131,769	RTK Fixo	13/02/2020	-18,846680	-41,786010	18°50' 48,047" S	41°47' 9,637" W
79	T10 - NA	7913832,685	206407,652	140,562	-10,71	129,852	RTK Fixo	13/02/2020	-18,846654	-41,786061	18°50' 47,953" S	41°47' 9,819" W
80	T11 - Base RTK	7890126,680	233876,312	123,752	-10,13	113,622	Base	14/02/2020	-19,064409	-41,528818	19°3' 51,872" S	41°31' 43,745" W
81	T11 - CotaMax	7890123,202	233882,985	123,663	-10,13	113,533	RTK Fixo	14/02/2020	-19,064441	-41,528755	19°3' 51,988" S	41°31' 43,519" W
82	T11 - NA	7890103,511	233885,267	120,435	-10,13	110,305	RTK Fixo	14/02/2020	-19,064619	-41,528736	19°3' 52,630" S	41°31' 43,450" W
83	T12 - Base RTK	7844284,121	279914,614	80,025	-8,51	71,515	Base	17/02/2020	-19,483908	-41,096845	19°29' 2,069" S	41°5' 48,642" W
84	T12 - CotaMax	7844306,767	279997,499	80,677	-8,51	72,167	RTK Fixo	17/02/2020	-19,483713	-41,096053	19°29' 1,365" S	41°5' 45,791" W
85	T12 - NA	7844307,829	279941,843	77,781	-8,51	69,271	RTK Fixo	17/02/2020	-19,483697	-41,096583	19°29' 1,309" S	41°5' 47,699" W
86	T3 - Base RTK	7753948,655	682848,737	533,616	-7,22	526,396	Base	04/02/2020	-20,303630	-43,248837	20°18' 13,067" S	43°14' 55,814" W
87	T3 - CotaMax	7753951,625	682826,012	533,094	-7,22	525,874	RTK Fixo	04/02/2020	-20,303605	-43,249055	20°18' 12,978" S	43°14' 56,599" W
88	T3 - NA	7753948,374	682822,489	530,998	-7,22	523,778	RTK Fixo	04/02/2020	-20,303635	-43,249089	20°18' 13,085" S	43°14' 56,719" W
89	T4 - Base RTK	7755951,022	705445,451	376,404	-8,14	368,264	Base	05/02/2020	-20,283247	-43,032745	20°16' 59,691" S	43°1' 57,882" W
90	T4 - CotaMax	7756102,121	705349,990	373,808	-8,14	365,668	Auto	05/02/2020	-20,281893	-43,033676	20°16' 54,815" S	43°2' 1,233" W
91	T4 - NA	7756080,135	705341,199	370,148	-8,14	362,008	Auto	05/02/2020	-20,282093	-43,033757	20°16' 55,533" S	43°2' 1,527" W
92	T5 - Base RTK	7748801,506	719302,528	373,768	-8,17	365,598	Base	05/02/2020	-20,346269	-42,899249	20°20' 46,569" S	42°53' 57,297" W
93	T5 - CotaMax	7748941,420	719287,769	371,107	-8,18	362,927	RTK Fixo	05/02/2020	-20,345007	-42,899407	20°20' 42,027" S	42°53' 57,867" W
94	T5 - NA	7748928,033	719302,017	368,699	-8,18	360,519	RTK Fixo	05/02/2020	-20,345127	-42,899269	20°20' 42,456" S	42°53' 57,370" W
95	T8 - Base RTK	7871321,184	780932,601	192,889	-11,08	181,809	Base	11/02/2020	-19,232197	-42,327838	19°13' 55,907" S	42°19' 40,218" W
96	T8 - CotaMax	7871301,445	780940,528	195,121	-11,08	184,041	RTK Fixo	11/02/2020	-19,232374	-42,327760	19°13' 56,545" S	42°19' 39,937" W
97	T8 - NA	7871356,511	780930,648	189,554	-11,09	178,464	RTK Fixo	11/02/2020	-19,231878	-42,327862	19°13' 54,760" S	42°19' 40,304" W
98	T9 - Base RTK	7892017,781	168578,685	186,489	-11,05	175,439	Base	12/02/2020	-19,037800	-42,148355	19°2' 16,079" S	42°8' 54,078" W
99	T9 - NA	7891993,344	168567,282	184,857	-11,05	173,807	RTK Fixo	12/02/2020	-19,038018	-42,148467	19°2' 16,866" S	42°8' 54,482" W
100	UHE BAGUARI - NA	7893568,771	170505,539	184,847	-11,05	173,797	Estático Rápido	12/02/2020	-19,024114	-42,129809	19°1' 26,812" S	42°7' 47,311" W
101	UHE CANDONGA - Base RTK	7764282,707	723814,149	316,328	-8,64	307,688	Base	06/02/2020	-20,205948	-42,857975	20°12' 21,413" S	42°51' 28,709" W
102	UHE CANDONGA - CotaMax	7762291,199	721326,550	319,135	-8,56	310,575	Estático Rápido	06/02/2020	-20,224221	-42,881527	20°13' 27,194" S	42°52' 53,496" W
103	UHE CANDONGA - CotaMax Jusante	7764008,153	724549,180	283,403	-8,64	274,763	RTK Fixo	06/02/2020	-20,208341	-42,850910	20°12' 30,029" S	42°51' 3,275" W

ID	Descrição	Norte (m)	Este (m)	Altitude Ortométrica	Ondulação Geoidal	Altitude Elipsoidal	Status	Data da Coleta	Latitude (Graus decimais)	Longitude (Graus decimais)	Latitude (GMS)	Longitude (GMS)
104	UHE CANDONGA - NA	7762271,748	721367,566	314,404	-8,56	305,844	Estático Rápido	06/02/2020	-20,224391	-42,881132	20°13' 27,809" S	42°52' 52,075" W
105	UHE CANDONGANA - NA - Próximo da Barragem	7764275,606	723820,678	313,279	-8,64	304,639	RTK Fixo	06/02/2020	-20,206011	-42,857912	20°12' 21,641" S	42°51' 28,481" W
106	UHE CANDONGANA - NA Jusante	7763978,317	724554,349	277,299	-8,64	268,659	RTK Fixo	06/02/2020	-20,208610	-42,850857	20°12' 30,997" S	42°51' 3,084" W
107	Usiminas - Base RTK	7841651,384	757976,558	218,591	-10,90	207,691	Base	10/02/2020	-19,503141	-42,542020	19°30' 11,307" S	42°32' 31,272" W
108	Usiminas - CotaMax	7841600,622	757994,106	218,465	-10,90	207,565	RTK Fixo	10/02/2020	-19,503597	-42,541846	19°30' 12,948" S	42°32' 30,646" W
109	Usiminas - NA	7841678,314	758025,583	212,982	-10,90	202,082	Estático Rápido	10/02/2020	-19,502891	-42,541557	19°30' 10,408" S	42°32' 29,605" W

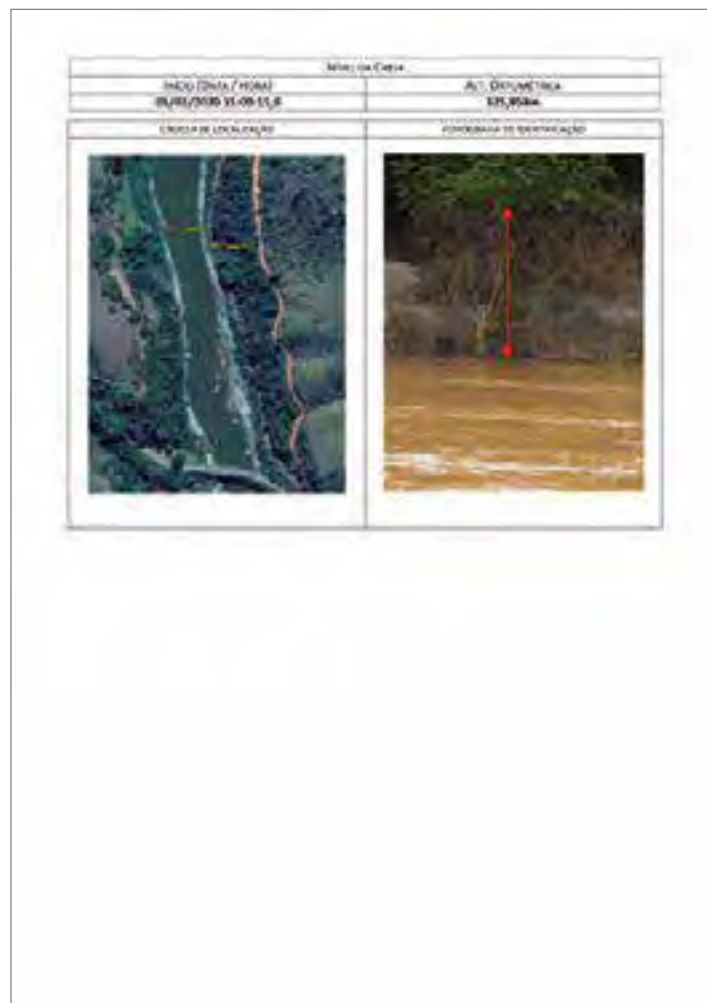
4.4.4 MONOGRAFIAS DAS BASES RTK

Como resultado final da junção e validação de todos os dados, foram elaboradas monografias (Figura 81 a Figura 145), para cada uma bases RTK e o nível d'água medido no dia e hora da coleta, contendo informações como localização, coordenadas geodésicas e UTM, fotografia, croqui e descritivo.

Figura 81 – Monografia Base RTK- R1.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR - Jardim das Américas - Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 - CEP: 81.611-870 - CNPJ 03.715.879.0001-89 Tel: (41) 3361-8162 - Fax: (41) 3361-4921 E-mail: lactec@lactec.org.br	
Plano: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		01/04/2010 02/2010	
Município/Estado: MARIANA - MG Localidade: Santa Rita do Sapucaí			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R1			
Escala Gráfica de Referência: 1:5000			
Coordenadas Geográficas			
Latitude	Longitude	Alt. Geométrica	Alt. Ortométrica
20°14' 42,880" S	47°51' 7,512" W	118,712m	115,200m
Coordenadas Planas			
UTM (E)	UTM (N)	Zona	
720890,766m	7759993,715m	-45	
Data (Data / Hora) 01/02/2010 15:04:29,0		Alt. Ortométrica 113,611m	
Centro de utilização do:		Firmamento de referência do:	
			

Fonte: Lactec.

Figura 82 – Monografia Base RTK- R1.

Fonte: Lactec.

Figura 83 – Monografia Base RTK- R3.

		Lactec Centro Politécnico de UFPA - Jardim das Américas - Curitiba PR Caixa Postal 18.067 - CEP: 81.211-970 - CNPJ 01.735.919-0001-89 Tel: (41) 3361-4180 - Fax: (41) 3361-4025 E-mail: lactec@lactec.org.br	
Assunto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		ref/ano: 02/2020	
Município/Território: Mariana - MG Localidade: Serra Roanipeta			
MONOGRAFIA - BASE RTK - R3			
Sistema Brasileiro de Referência - SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
Latitude	Longitude	Alt. Geométrica	Alt. Ortométrica
50° 51' 56,1" S	42° 44' 42,064" W	157,488m	156,588m
COORDENADAS PLANAS			
Nordeste (m)	Sul (m)	Alt.	
779.596,245m	779.594,448m	-49	
DATA DO BOM			
Data (Dia / mês / ano)		Alt. Ortométrica	
07/07/2020-09:56:13,8		167,273m	
Imagem de Referência		Imagem de Referência	
			

Fonte: Lactec.

Figura 84 – Monografia Base RTK- R3.

Nível da Cheia	
INÍCIO (DATA / HORA)	Alt. OIMÉTRICA
07/02/2020 09:34:53,0	262.715m
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 85 – Monografia Base RTK – R4.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.911-970 – CNPJ 01.715.975/0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Padrão: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK -R4			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°44' 55,753" S	42°28' 42,208" W	234,843m	244,663m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
764255,626m	7814348,075m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
07/02/2020 13:17:10,0		233,367m	
CENÁRIO DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 86 – Monografia Base RTK – R4.

Nível da Cheia	
Início (Data / Hora)	Alt. Ortométrica
07/02/2020 13:20:44.0	235,035m

CRUQUE DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 87 – Monografia Base RTK – R5.

 lactec		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.611-970 – CNPJ 81.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: tabilano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R5			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE 19°28' 36,355" S	LONGITUDE 42°28' 33,508" W	ALT. GEOMÉTRICA 199,378m	ALT. ORTOMÉTRICA 210,218m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E) 764955,018m	UTM (N) 7844477,573m	MC -45	
Nível D'Água:			
Início (Data / Hora) 10/02/2020 10:24:42.0		ALT. ORTOMÉTRICA 209,123m	
EXPOSIÇÃO DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 88 – Monografia Base RTK – R5.

NÍVEL DA CHEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
10/02/2020 10:21:10,0	219,037m

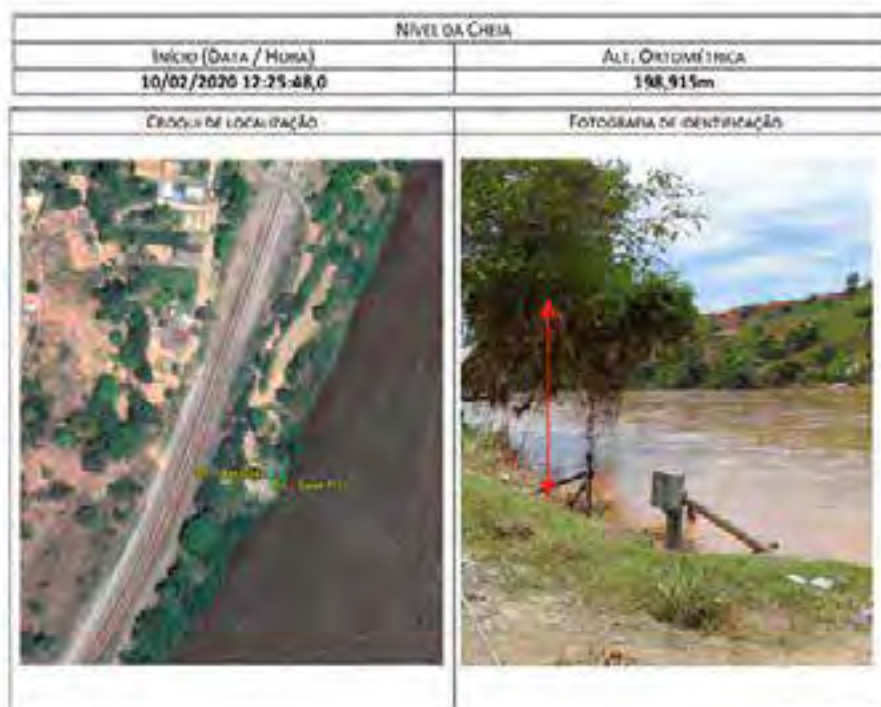
Cenário de Localização	Fotografia de Identificação
	

Fonte: Lactec.

Figura 89 – Monografia Base RTK – R6.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK – R6			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA: SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°19' 14,069" S	42°21' 52,657" W	183,541m	194,511m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
776914,019m	7861592,957m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA:			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
10/02/2020 12:22:48,0		193,940m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 90 – Monografia Base RTK – R6.

Fonte: Lactec.

Figura 91 – Monografia Base RTK – R7.

 lactec INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA		LACTEC Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R7			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°S' 43,411" S	42°9' 18,150" W	175,259m	186,269m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MC	
799357,863m	7886184,798m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
11/02/2020 11:23:04,0		185,201m	
CRONO DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 92 – Monografia Base RTK – R7.

NÍVEL DA CHEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
11/02/2020 11:24:46,0	188,439m

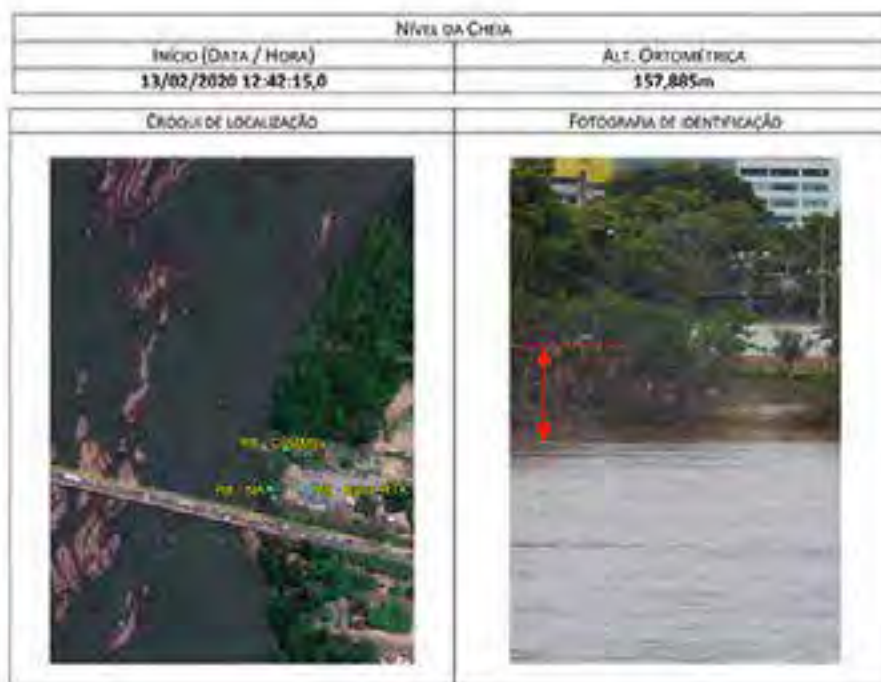
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 93 – Monografia Base RTK – R8.

		Lactec Centro Pontuário da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6921 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R8			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°52' 59,904" S	41°57' 2,107" W	148,937m	159,927m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MC	
189128,001m	7909992,074m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
13/02/2020 12:26:18,0		154,31m	
ENDEREÇO DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 94 – Monografia Base RTK – R8.

Fonte: Lactec.

Figura 95 – Monografia Base RTK – R9.

 lactec INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R9			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°51' 51,135" S	41°48' 26,034" W	131,080m	141,820m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
204206,069m	7911851,702m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
13/02/2020 10:41:37,0		138,912m	
CRONO DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 96 – Monografia Base RTK – R9.

NÍVEL DA CHÉIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
13/02/2020 10:53:53,0	142,954m

CRICULA DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 97 – Monografia Base RTK – R10.

 lactec INSTITUTOS LACTEC		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.978/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R10			
SISTEMA GEOCÊNICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°58' 30,391" S	41°38' 31,757" W	121,858m	132,298m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
221793,896m	7899839,914m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
14/02/2020 09:13:52,0		131,055m	
CHOSEN DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 98 – Monografia Base RTK – R10.

NIVEL DA CHEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
14/02/2020 09:27:12,0	135,772m
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 99 – Monografia Base RTK – R11.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975-0001-59 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R11			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19° 9' 44,822" S	41° 28' 12,214" W	306,265m	116,075m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MC	
240226,285m	7879358,691m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
14/02/2020 12:26:59,0		115,511m	
ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

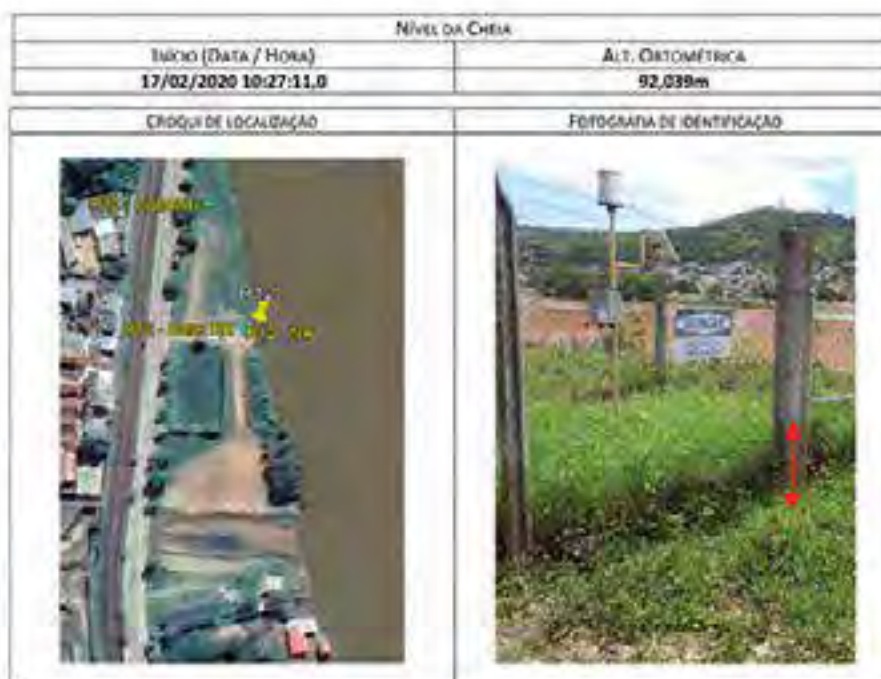
Figura 100 – Monografia Base RTK – R11.

Fonte: Lactec.

Figura 101 – Monografia Base RTK – R12.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK – R12			
SISTEMA GEODÉSICO EM REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°19' 43,510" S	41°15' 10,214" W	81,758m	90,878m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MG	
263310,724m	7861255,409m	-38	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
17/02/2020 10:06:04,0		90,502m	
CHEQUE DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 102 – Monografia Base RTK – R12.

Fonte: Lactec.

Figura 103 – Monografia Base RTK – R13.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		Mês/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R13			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°30' 18,023" S	41°0' 47,813" W	54,699m	63,149m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MÇ	
258715,773m	7642051,389m	-59	
NÍVEL D'ÁGUA		ALT. ORTOMÉTRICA	
INÍCIO (DATA / HORA) 17/02/2020 13:32:15,0		61,269m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

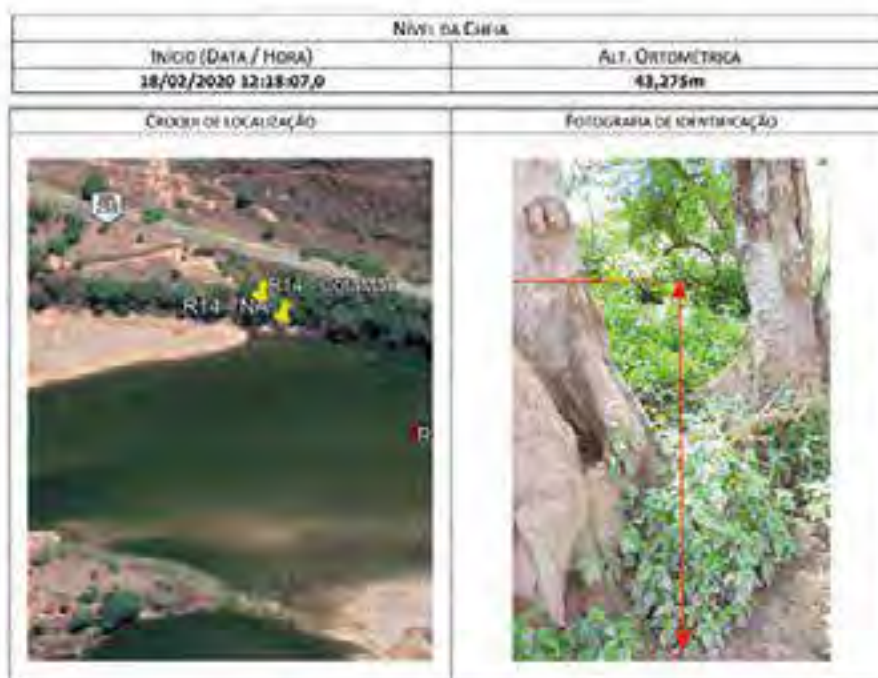
Figura 104 – Monografia Base RTK – R13.

Fonte: Lactec.

Figura 105 – Monografia Base RTK – R14.

		Lactec Centro Pós-graduação da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: tabilano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R14			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEODÉSICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19° 31' 36,895" S	40° 48' 51,906" W	34,335m	42,675m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MC	
309616,886m	7839863,817m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
18/02/2020 12:13:01,0		38,314m	
CRONO DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 106 – Monografia Base RTK – R14.

Fonte: Lactec.

Figura 107 – Monografia Base RTK – R15.

 lactec INSTITUTOS LACTEC		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.hs@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		mês/ano: 07/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R15			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE 19°32' 6,891" S	LONGITUDE 40°38' 7,387" W	ALT. GEOMÉTRICA 26,426m	ALT. ORTOMÉTRICA 34,616m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E) 128415,490m	UTM (N) 7839127,866m	MC +39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA) 14/02/2020 16:23:43.0		ALT. ORTOMÉTRICA 32,742m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 108 – Monografia Base RTK – R15.

Fonte: Lactec.

Figura 109 – Monografia Base RTK – R16.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-070 – CNPJ 01.715.975/0001-59 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: tabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - R16			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°24' 22,521" S	40°4' 2,795" W	10,811m	18,581m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
387922,116m	7853873,810m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
16/02/2020 15:33:03,0		15,048m	
IMAGEM DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 110 – Monografia Base RTK – R16.

Fonte: Lactec.

Figura 111 – Monografia Base RTK – T1.

 lactec INSTITUTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK – T1			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
20°34' 26,739" S	43°24' 41,587" W	691,800m	698,230m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MCL	
665922,149m	7761079,868m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA		ALT. ORTOMÉTRICA	
INÍCIO (DATA / HORA) 04/02/2020 10:08:41,0		697,394m	
CRONO DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 112 – Monografia Base RTK – T3.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		mês/ano: 02/2020	
Município/Estado: MARIANA - MG Localidade: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - T3			
SISTEMA GEOGRÁFICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
20°18' 13,067" S	43°14' 55,814" W	526,396m	533,616m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
662848,737m	7753948,655m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
04/02/2020 14:44:33,0		530,998m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 113 – Monografia Base RTK – T3.



Fonte: Lactec.

Figura 114 – Monografia Base RTK – T4.

 lactec		LACTEC Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – T4			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
20°16' 59,691" S	43°1' 57,882" W	368,264m	376,404m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
703445,451m	7755451,022m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
05/02/2020 10:13:06,0		370,146m	
CHOCO DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 115 – Monografia Base RTK – T4.

NÍVEL DA CRIEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
05/02/2020 10:37:26,0	373,808m

CIRCUITO DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 116 – Monografia Base RTK – T5.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.911-970 – CNPJ 01.715.975-0001-59 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - T5			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
20°20' 46,569" S	42°53' 57,297" W	365,598m	373,768m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MC	
719302,528m	7748801,506m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
05/02/2020 13:07:13,0		368,699m	
ENCORRE DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 117 – Monografia Base RTK – T5.

NÍVEL DA CHEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
05/02/2020 13:08:33,0	371,107m
CRONOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

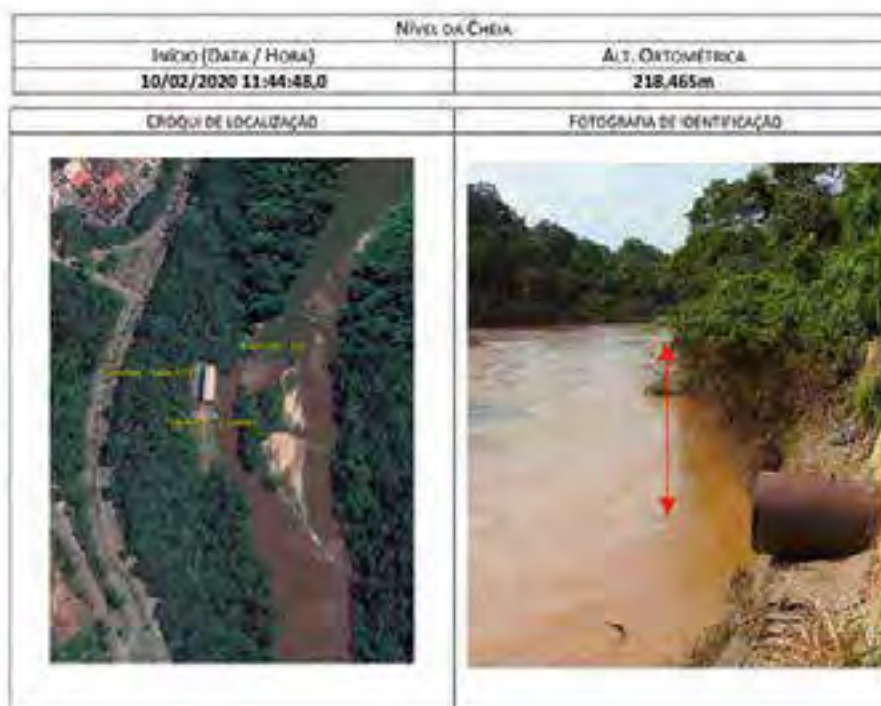
Fonte: Lactec.

Figura 118 – Monografia Base RTK – T7 (Usiminas).

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – USIMINAS			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°30' 11,307" S	42°32' 31,272" W	207,691m	218,591m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
757976,558m	7841651,384m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
19/02/2020 11:35:16,0		212,992m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 119 – Monografia Base RTK – T7 (Usiminas).



Fonte: Lactec.

Figura 120 – Monografia Base RTK – T8.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.911-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		Mês/Ano: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - T8			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°18' 55,907" S	42°19' 40,218" W	181,809m	192,889m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
780912,601m	7871321,184m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
11/02/2020 09:48:33,0		189,554m	
CRÓQUI DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 121 – Monografia Base RTK – T8.



Fonte: Lactec.

Figura 122 – Monografia Base RTK – T9.

 Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br			
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce	Mês/Ano: 02/2020		
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – T9			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°2' 16,079" S	42°8' 54,078" W	175,439m	186,489m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MÉ	
168578,685m	7892017,781m	-88	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA) 12/02/2020 11:15:59,0		ALT. ORTOMÉTRICA 184,857m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 123 – Monografia Base RTK – T10.

 lactec INSTITUTOS DE TECNOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK – T10			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°50' 48,408" S	41°47' 8,640" W	136,365m	147,075m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
206442,399m	7913819,247m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
13/02/2020 09:19:12,0		140,562m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 124 – Monografia Base RTK – T10.

NÍVEL DA CHEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
13/02/2020 09:21:31,0	142,479m
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 125 – Monografia Base RTK – T11.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.911-970 – CNPJ 01.715.975-0001-59 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - T11			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°3' 51,872" S	41°31' 43,745" W	113,622m	123,752m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
233876,312m	7890126,680m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
14/02/2020 10:27:06,0		120,435m	
ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 126 – Monografia Base RTK – T11.

Fonte: Lactec.

Figura 127 – Monografia Base RTK – T12.

 lactec INSTITUTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - T12			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°29' 2,069" S	41°5' 48,642" W	71,515m	80,025m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MG	
279914,614m	7844284,121m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
17/02/2020 11:34:11,0		77,791m	
ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 128 – Monografia Base RTK – T12.

Fonte: Lactec.

Figura 129 – Governador Valadares- Base RTK- Base 1.

 lactec INSTITUTOS DE TECNOLOGIA E CONSULTORIA		LACTEC Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – Gov. VALADARES – BASE RTK - BASE 1			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°54' 48,340" S	41°59' 45,274" W	150,202m	161,212m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
184400,849m	7906075,262m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
13/02/2020 12:34:53,0		157,002m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.,

Figura 130 – Governador Valadares- Base RTK- Base 1.

NÍVEL DA CÉLULA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
13/02/2020 12:47:53,0	162,388m

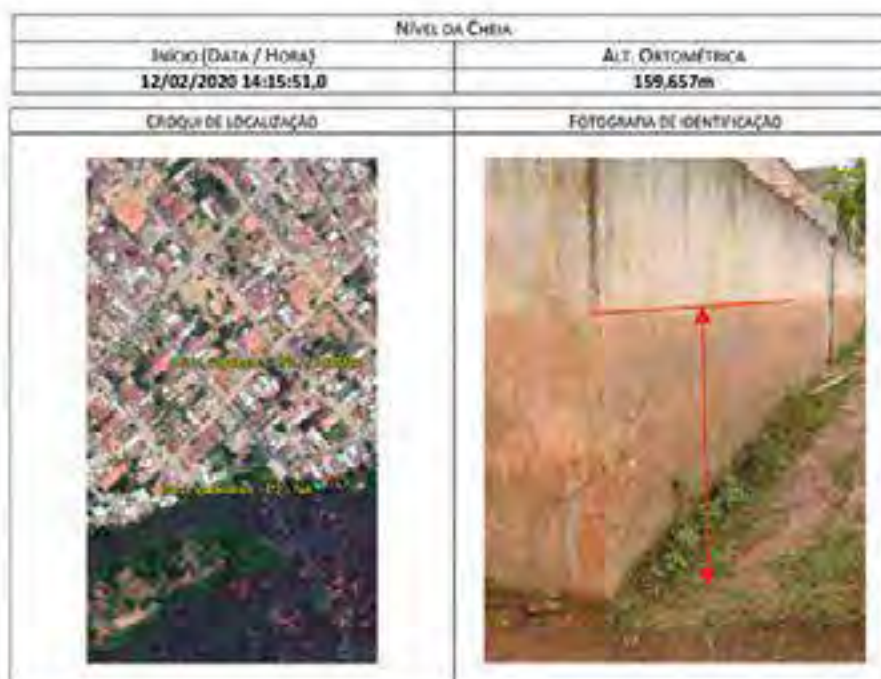
CRIOQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 131 – Governador Valadares- Base RTK- Base 2.

 lactec		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.911-970 – CNPJ 01.715.975-0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – GOV. VALADARES – BASE RTK - BASE 2			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°53' 30,182" S	41°58' 21,922" W	147,966m	158,976m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MZ	
186804,069m	7908521,829m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA:			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
12/02/2020 14:15:51,0		155,764m	
ENCADRE DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 132 – Governador Valadares- Base RTK- Base 2.

Fonte: Lactec.

Figura 133 – Governador Valadares- Base RTK – Clube.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975-0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - CLUBE			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEODÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
18°51' 3,418" S	41°56' 5,744" W	142,800m	153,270m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
190717,291m	7913103,481m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
12/02/2020 17:21:02,0		150,004m	
CRICK DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 134 – Governador Valadares- Base RTK – Clube.

Fonte: Lactec.

Figura 135 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Ponto 1”.

 lactec INSTITUTOS LACTEC		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-89 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
PROJETO: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK – PONTO 1			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
20°6' 29,463" S	42°45' 13,897" W	288,076m	297,106m
COORDENADAS PLANAS			
LITM (E)	LITM (N)	MC	
734843,260m	7774963,824m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
08/02/2020 13:13:50,0		267,414m	
CRONOGRAMA DE LOCALIZAÇÃO 		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO 	

Fonte: Lactec.

Figura 136 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Ponto 1”.

NÍVEL DA CHEIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
08/03/2020 13:17:00,0	270,501m
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 137 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Ponto 2”.

 lactec		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - PONTO 2			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°54' 2,402" S	42°25' 9,088" W	256,148m	265,788m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MEL	
752747,767m	7797697,570m	-45	
NÍVEL D'ÁGUA		ALT. ORTOMÉTRICA	
INÍCIO (DATA / HORA) 08/02/2020 10:57:34,0		247,878m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 138 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Ponto 2”.

NÍVEL DA CRIÇA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
08/02/2020 10:58:44,0	252,972m

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 139 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Extra 2”.

		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-49 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-4021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		Mês/Ano: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - EXTRA 2			
SISTEMA GEOGRÁFICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°28' 22,920" S	40°13' 28,689" W	16,795m	24,725m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MZ	
571468,133m	7846373,161m	-19	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
16/02/2020 15:18:12,0		20,911m	
CRÓQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 140 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Extra 2”.



Fonte: Lactec.

Figura 141 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Extra 3”.

 lactec INSTITUTOS DE LACTEC		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MÊS/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - EXTRA 3			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°28' 50,891" S	39°55' 33,595" W	2,858m	10,822m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MÇ	
402818,763m	7845709,465m	+88	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
16/02/2020 12:34:53,0		8,822m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 142 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Extra 3”.

NÍVEL DA CRIA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
16/02/2020 12:35:55,0	11,344m

CRICKET DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 143 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Extra 4”.

 lactec Instituto de Pesquisas e Consultoria		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		MES/ANO: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK - EXTRA 4			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°33' 47,630" S	39°51' 7,907" W	-0,267m	6,993m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
410609,957m	7816627,798m	+39	
NÍVEL D'ÁGUA		ALT. ORTOMÉTRICA	
INÍCIO (DATA / HORA) 16/02/2020 10:50:37,0		ALT. ORTOMÉTRICA 4,794m	
CROQUI DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

Figura 144 – Monografia de Base RTK- Ponto extra denominado “Extra 4”.

NÍVEL DA CREA	
INÍCIO (DATA / HORA)	ALT. ORTOMÉTRICA
16/02/2020 10:52:32.0	7,010m

CRQUI DE LOCALIZAÇÃO	FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO
	

Fonte: Lactec.

Figura 145 – Monografia Base RTK – Regência.

 lactec Instituto de Tecnologia e Meio Ambiente		Lactec Centro Politécnico da UFPR – Jardim das Américas – Curitiba/PR Caixa Postal 19.067 – CEP: 81.011-970 – CNPJ 01.715.975/0001-69 Tel: (41) 3361-6162 – Fax: (41) 3361-6021 E-mail: fabiano.h@lactec.org.br	
Projeto: Diagnóstico Do Dano Ambiental Decorrente Do Rompimento da Barragem Fundão Do Rio Doce		Mês/Ano: 02/2020	
MUNICÍPIO/ESTADO: MARIANA - MG			
LOCALIDADE: BENTO RODRIGUES			
MONOGRAFIA – BASE RTK – REGÊNCIA			
SISTEMA GEODÉSICO DE REFERÊNCIA – SIRGAS2000			
COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE	LONGITUDE	ALT. GEOMÉTRICA	ALT. ORTOMÉTRICA
19°38' 46,345" S	39°49' 23,825" W	-4,806m	2,344m
COORDENADAS PLANAS			
UTM (E)	UTM (N)	MC	
413687,035m	7827460,170m	-39	
NÍVEL D'ÁGUA			
INÍCIO (DATA / HORA)		ALT. ORTOMÉTRICA	
16/02/2020 11:48:56.0		0,331m	
CRIOQUÊ DE LOCALIZAÇÃO		FOTOGRAFIA DE IDENTIFICAÇÃO	
			

Fonte: Lactec.

5 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA COM A CHEIA DE 2020

Na bacia do rio Doce, em períodos chuvosos, a qualidade da água normalmente se torna mais degradada. Isso já era observado mesmo antes do rompimento da barragem de Fundão, mesmo que em menor escala. O período chuvoso, na região, ocorre usualmente de outubro a março e o seco de abril a setembro (IGAM, 2016). De acordo com Arcova e Cicco (1999), precipitações elevadas e de maior frequência, que normalmente ocorrem no período chuvoso, resultam no aumento da concentração de sólidos em suspensão na água. A ocorrência de chuvas favorece o carreamento de materiais depositados nas margens para dentro dos rios. Além disso, há também o aumento da vazão e da velocidade da água que propiciam a ressuspensão dos sedimentos depositados no leito dos rios para a coluna d'água.

De modo a investigar possíveis alterações decorrentes da cheia de 2020 na qualidade da água dos corpos hídricos afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, tanto na região continental como na região costeira adjacente à foz do rio Doce, o Lactec vem através desse documento, apresentar os resultados das estações automáticas da Fundação Renova referentes ao primeiro trimestre de 2020 e aqueles obtidos na quarta Campanha de monitoramento do Lactec, realizada entre os meses de fevereiro e março.

A discussão dos resultados foi voltada principalmente à turbidez e às concentrações de ferro, manganês e alumínio na água, que são considerados parâmetros de interesse para a avaliação do rejeito proveniente da barragem de Fundão, visto que foram os elementos potencialmente tóxicos que se destacaram entre os demais na análise dos rejeitos de mineração do Complexo de Germano realizada pelo Lactec (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Recorda-se que o rio Doce, bem como a maioria de seus tributários, não se encontra enquadrado oficialmente. Mesma condição se tem para as águas da região costeira adjacente à foz do rio Doce. Assim, conforme o artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1.

Desse modo, as análises aqui apresentadas foram realizadas de acordo com os limites da classe 2 para águas doces e da classe 1 para águas salobras e salinas. Os dados foram comparados com as condições de qualidade de água pré-rompimento, quando estas se mostraram disponíveis.

5.1 ÁGUAS CONTINENTAIS

Neste item, são discutidos resultados inerentes aos rios que fizeram parte do trajeto percorrido pela lama de rejeitos quando do rompimento da barragem de Fundão, bem como tributários do rio Doce. São apresentadas também discussões relativas aos dados de qualidade de água de reservatórios hidrelétricos instalados no rio Doce e de lagoas situadas próximas às suas margens, no estado do Espírito Santo, que possivelmente foram atingidas pelas águas ainda alteradas do rio Doce na cheia de janeiro de 2016.

5.1.1 MONITORAMENTO LACTEC: CAMPANHA 04

Até o momento, o Lactec realizou quatro campanhas de monitoramento de qualidade de água: Campanha 01 (agosto-setembro/2018), Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019), Campanha 03 (agosto-setembro/2019) e Campanha 04 (fevereiro-março/2020). As estações de monitoramento estão demonstradas na Figura 146 e na Figura 147. Foram avaliadas estações de monitoramento localizadas na Área de Passagem e Deposição da Lama (APDL) (Tabela 9), bem como nos reservatórios hidrelétricos instalados na calha do rio Doce (Tabela 10), que também fizeram parte do trajeto da lama de rejeitos, e em lagoas situadas próximas às margens do rio Doce, no estado do Espírito Santo (Tabela 11). Destaca-se que os reservatórios hidrelétricos foram incluídos na rede de monitoramento a partir da Campanha 02. Quanto às lagoas avaliadas, os resultados para a lagoa Monsarás serão apresentados junto aqueles obtidos para a região costeira, haja vista sua característica salobra. Também foram avaliados locais que não fizeram parte do trajeto da lama (Tabela 12).

Na Tabela 13 estão indicadas as datas em que ocorreram as amostragens e medições de água em cada estação de monitoramento e na Tabela 14, estão apresentados detalhes quanto às metodologias de quantificação das variáveis de qualidade de água analisadas pelo Lactec.

Figura 146 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec.

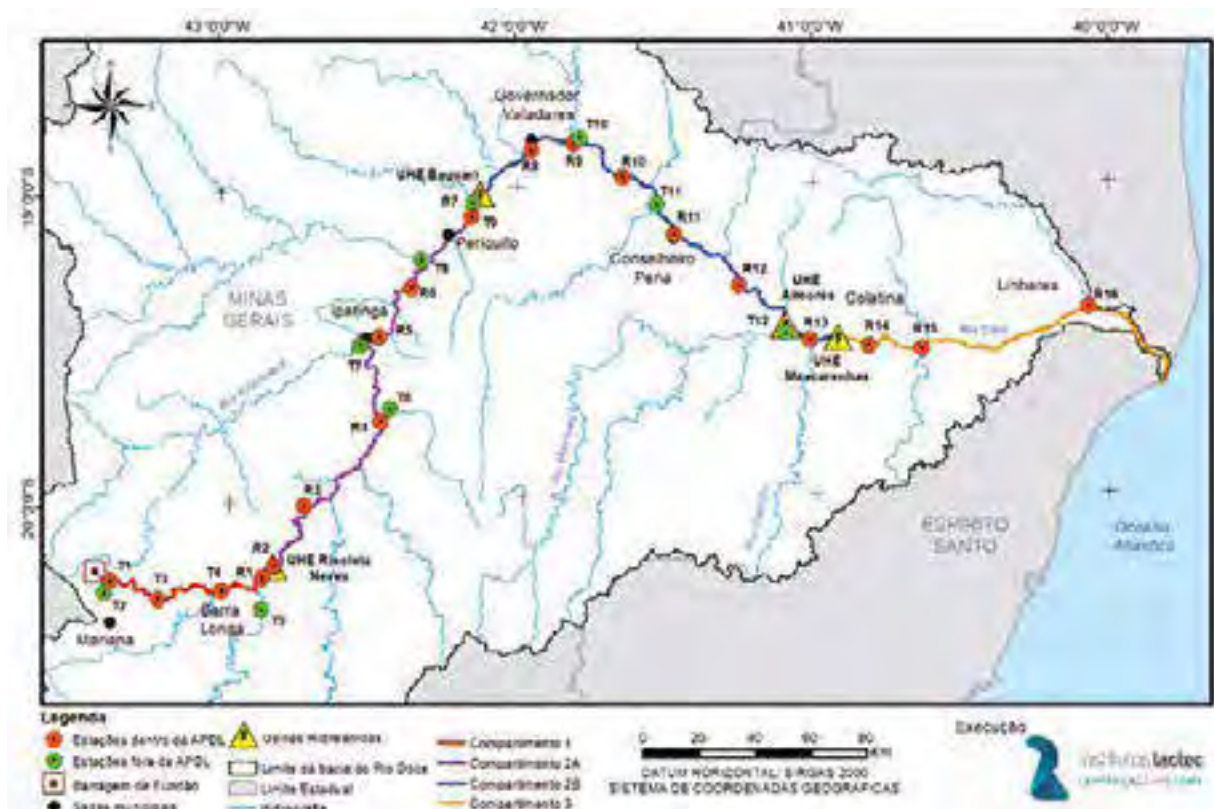


Figura 147 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec nas lagoas do Espírito Santo.

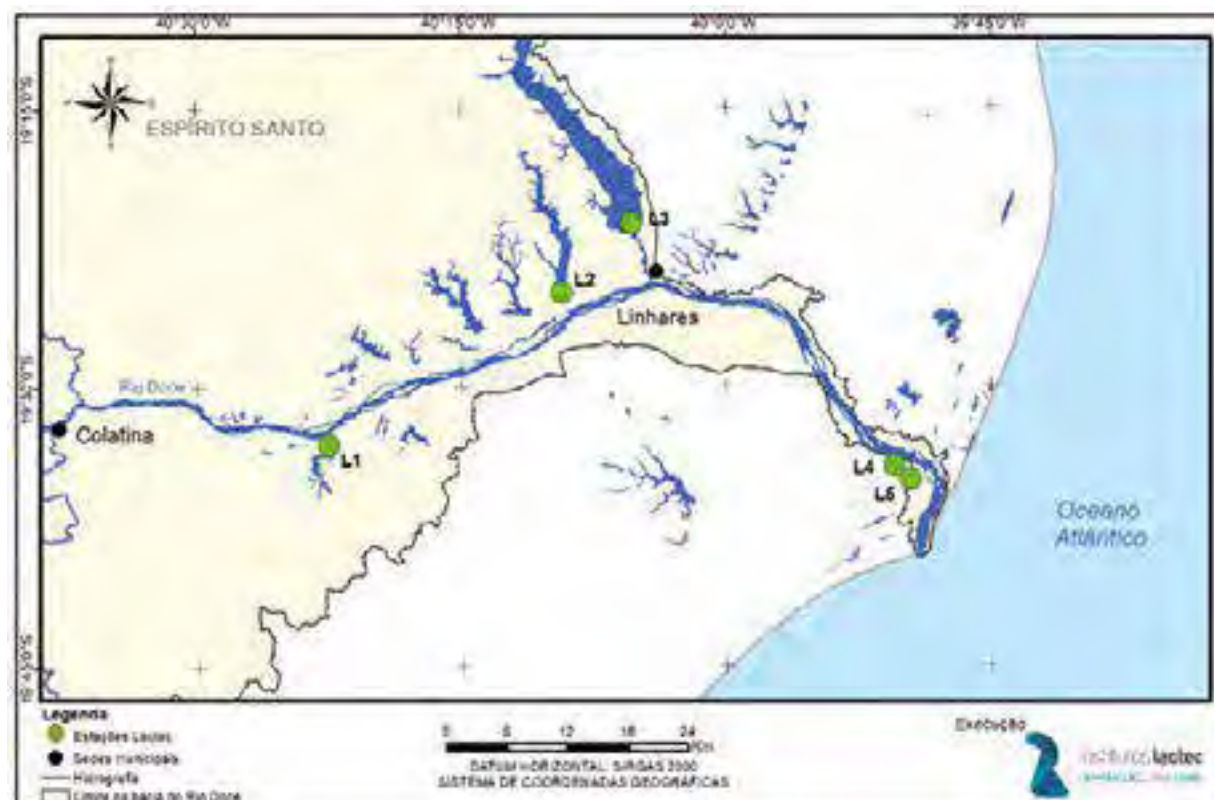


Tabela 9 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec na APDL.

Estação Lactec	Compartimento	Corpo hídrico	Município	Latitude	Longitude	Estação próxima / coincidente
T1	1	dique S4	Mariana/MG	-43,41130	-20,24070	-
T3	1	rio Gualaxo do Norte	Mariana/MG	-43,24960	-20,30380	-
T4	1	rio do Carmo	Barra Longa/MG	-43,03250	-20,28290	RD071 ^a
R1	1	rio Doce	Rio Doce/MG e Santa Cruz do Escalvado/MG	-42,88551	-20,24783	RD072 ^a
R2	2A	rio Doce	Rio Doce/MG e Santa Cruz do Escalvado/MG	-42,85118	-20,20847	CAN 06 ^b
R3	2A	rio Doce	Rio Casca/MG e São Domingos do Prata/MG	-42,74463	-20,01466	RD019 ^a
R4	2A	rio Doce	Marliéria/MG e Pingo d'Água/MG	-42,47820	-19,74920	RD023 ^a
R5	2A	rio Doce	Santana do Paraíso/MG e Caratinga/MG	-42,47610	-19,47690	RD035 ^a
R6	2A	rio Doce	Belo Oriente/MG e Bugre/MG	-42,36450	-19,32080	RD033 ^a
R7	2A	rio Doce	Fernandes Tourinho/MG e Periquito/MG	-42,15500	-19,09560	RD083 ^a
R8	2B	rio Doce	Governador Valadares/MG	-41,95100	-18,88290	RD044 ^a
R9	2B	rio Doce	Governador Valadares/MG	-41,82770	-18,86100	RD045 ^a
R10	2B	rio Doce	Galileia/MG e Tumiritinga/MG	-41,64200	-18,97460	RD053 ^a
R11	2B	rio Doce	Conselheiro Pena/MG	-41,46670	-19,16540	RD058 ^a
R12	2B	rio Doce	Resplendor/MG	-41,25274	-19,32870	RD059 ^a
R13	2B	rio Doce	Aimorés/MG e Baixo Guandu/ES	-41,01430	-19,50520	RD067 ^a
R14*	3	rio Doce	Colatina/ES	-40,81410	-19,52730	RDC1E010 ^c
R15	3	Rio Doce	Colatina/ES	-40,63540	-19,53520	-
R16*	3	rio Doce	Linhares/ES	-40,06750	-19,40660	RDC1E025 ^c

a: Instituto Mineiro de Gestão das Águas

b: Aliança Energia

c: Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Espírito Santo)

* Visto que o IEMA não realizava monitoramento de metais no período pré-desastre, os dados de linha-base obtidos para a comparação com as estações R14 e R16 são provenientes do SANEAR Colatina (ETA I, ETA II e ETA IV).

Tabela 10 – Locais de amostragem e medição de água do Lactec nos reservatórios hidrelétricos instalados na calha do rio Doce.

Estação Lactec	Latitude	Longitude	Estação próxima / coincidente da concessionária de energia
UHE Risoleta Neves	-20,20602	-45,85850	CAN 05 ^a
UHE Baguari	-19,03137	-42,13270	P02 ^b
UHE Aimorés	-19,45080	-41,09890	AIM 25 ^a
UHE Mascarenhas	-19,50110	-40,92280	P2 ^c

a: Aliança Energia

b: Consórcio UHE Baguari

c: Energest S.A.

Tabela 11 – Locais de amostragem e medição de água do Lactec nas lagoas situadas próximas às margens do rio Doce, entre os municípios de Colatina e Linhares, no Espírito Santo.

Estação Lactec	Lagoa	Latitude	Longitude	Estações próximas monitoradas pelo IEMA*	Estações próximas monitoradas pela Fundação Renova
L1	Limão	-19,55231	-40,3754		LLM01
L2	Nova	-19,41581	-40,15636	PN1	LVN01
L3	Juparanã	-19,35327	-40,08701		LJP01
L4	Areão	-19,57313	-39,84184		LAO01
L5	Areal	-19,585162	-39,826454		LAL01

* Instituto Estadual de Meio Ambiente do Estado do Espírito Santo

Tabela 12 – Locais de amostragem e medição de qualidade de água do Lactec em tributários do rio Doce que não fizeram parte do trajeto da lama.

Código LACTEC	Corpo Hídrico	Município/Distrito	Longitude	Latitude	Estações próximas ou coincidentes IGAM/IEMA
T2	Rio Gualaxo do Norte	Camargo/MG	-43,43180	-20,27651	-
T5	Rio Piranga	Ponte Nova/MG	-42,88860	-20,29930	RD013 (IGAM)
T6	Ribeirão Sacramento	Bom Jesus do Galho, Pingo-D'água/MG	-42,44550	-19,70890	RD073 (IGAM)
T7	Rio Piracicaba	Coronel Fabriciano, Timóteo/MG	-42,60210	-19,53140	RD034 (IGAM)
T8	Rio Santo Antônio	Naque/MG	-42,32630	-19,23140	RD039 (IGAM)
T9	Rio Corrente Grande	Governador Valadares, Periquito/MG	-42,14870	-19,03850	RD040 (IGAM)
T10	Rio Suaçuí Grande	Governador Valadares/MG	-41,78558	-18,85070	RD089 (IGAM)
T11	Rio Caratinga	Conselheiro Pena/MG	-41,52920	-19,06440	RD057 (IGAM)
T12	Rio Manhuaçu	Aimorés/MG, Baixo Guandu/ES	-41,10040	-19,48440	RD065 (IGAM)

Tabela 13 – Data das campanhas de qualidade da água do Lactec por estação de monitoramento, apresentadas de montante para jusante.

Estação Lactec	Campanha 01 jun-jul/2018	Campanha 02 jan-fev/2019	Campanha 03 ago-set/2019	Campanha 04 fev-mar/2020
T1	19/06/2018	15/01/2019	06/08/2019	04/02/2020
T2	19/06/2018	15/01/2019	06/08/2019	04/02/2020
T3	19/06/2018	15/01/2019	06/08/2019	04/02/2020
T4	20/06/2018	15/01/2019	07/08/2019	05/02/2020
T5	20/06/2018	17/01/2019	07/08 /2019	05/02/2020
R1	20/06/2018	17/01/2019	07/08/2019	05/02/2020
UHE Risoleta Neves	-	16/01/2019	08/08/2019	06/02/2020
R2	21/06/2018	16/01/2019	08/08/2019	06/02/2020
R3	22/06/2018	17/01/2019	09/08/2019	07/02/2020
R4	22/06/2018	17/01/2019	09/08/2019	07/02/2020
T6	22/06/2018	18/01/2019	09/08/2019	07/02/2020
T7	25/06/2018	18/01/2019	12/08/2019	10/02/2020
R5	25/06/2018	18/01/2019	12/08/2019	10/02/2020
R6	25/06/2018	21/01/2019	12/08/2019	10/02/2020
T8	25/06/2018	21/01/2019	12/08/2019	11/02/2020
R7	26/06/2018	21/01/2019	13/08/2019	11/02/2020
T9	26/06/2018	21/01/2019	13/08/2019	12/02/2020
UHE Baguari	-	22/01/2019	14/08/2019	12/02/2020
R8	26/06/2018	22/01/2019	13/08/2019	13/02/2020
R9	26/06/2018	22/01/2019	14/08/2019	13/02/2020
T10	26/06/2018	23/01/2019	15/08/2019	13/02/2020
R10	27/06/2018	23/01/2019	15/08/2019	14/02/2020
T11	27/06/2018	23/01/2019	15/08/2019	14/02/2020
R11	27/06/2018	24/01/2019	15/08/2019	14/02/2020
R12	28/06/2018	24/01/2019	16/08/2019	17/02/2020
UHE Aimorés	-	25/01/2019	20/08/2019	18/02/2020
T12	28/06/2018	24/01/2019	16/08/2019	17/02/2020
R13	28/06/2018	25/01/2019	16/08/2019	17/02/2020
UHE Mascarenhas	-	25/01/2019	20/08/2019	03/03/2020
R14	29/06/2018	25/01/2019	19/08/2019	03/03/2020
R15	29/06/2018	28/01/2019	19/08/2019	04/03/2020
L1	29/06/2018	29/01/2019	21/08/2019	04/03/2020
L2	02/07/2018	28/01/2019	21/08/2019	05/03/2020
L3	02/07/2018	29/01/2019	21/08/2019	05/03/2020
R16	10/07/2018	13/02/2019	13/09/2019	05/03/2020
L4	03/07/2018	30/01/2019	22/08/2019	09/03/2020
L5	03/07/2018	30/01/2019	22/08/2019	09/03/2020

Tabela 14 – Variáveis de qualidade da água avaliadas e método de análise

Variável	Laboratório / Campo	Metodologia	Limite de Quantificação
Alumínio dissolvido	Controle Analítico	SMEWW 3120B 2012	0,025 mg/L
Alumínio total	Controle Analítico	SMEWW 3120B 2012	0,025 mg/L
Ferro dissolvido	Controle Analítico	SMEWW 3120B 2012	0,025 mg/L
Ferro total	Controle Analítico	SMEWW 3120B 2012	0,025 mg/L
Manganês dissolvido	Controle Analítico	SMEWW 3120B 2012	0,025 mg/L
Manganês total	Controle Analítico	SMEWW 3120B 2012	0,025 mg/L
Profundidade Secchi	<i>in situ</i>	Disco de Secchi	-
Turbidez	<i>in situ</i>	Sonda multiparamétrica YSI EXO 2	0 até 4.000 UNT

5.1.1.1 Turbidez e transparência da água

A turbidez é o parâmetro físico da água que indica o grau de redução da passagem da luz ao atravessá-la (PIVELI; KATO, 2005). Com o aumento da presença de sólidos em suspensão, em geral, tem-se a elevação da turbidez da água (VON SPERLING, 2005). Águas com maior turbidez implicam na diminuição da transparência e da luminosidade na coluna da água, afetando a biota aquática, com a redução da produção primária e diminuição da fonte de alimentação dos peixes, por exemplo. O aumento da turbidez da água também interfere nos usos recreacionais e na estética da água (EPA, 1986). Sólidos em suspensão, ainda, podem servir de substrato para microrganismos patogênicos e estar associado a compostos tóxicos (MEGER, 2007).

Com o rompimento da barragem de Fundão, foram registrados valores significativamente elevados de turbidez da água. Nos primeiros dias após o rompimento, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) chegou a registrar valores de turbidez no rio Doce entre 400.000 e 600.000 UNT no trecho compreendido entre os municípios de Santa Cruz do Escalvado/MG e Marliéria/MG. Em Governador Valadares, no dia 11 de novembro de 2015, o IGAM registrou valor de turbidez de 140.000 UNT. Em monitoramentos do rio Doce, anteriores ao rompimento de Fundão, o valor máximo de turbidez registrado pelo IGAM foi de 955 UNT, em Belo Oriente/MG.

O limite para a turbidez, considerando corpos hídricos de água doce de classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, é de 100 UNT. Destaca-se que mesmo para rios de classe 3 (rios de “pior” qualidade do que aqueles de classe 2) o limite para a turbidez também é 100 UNT. Para a classe 4, destinada aos usos de navegação e harmonia paisagística, não há limite definido para a turbidez. Tendo o valor de 100 UNT como referência, é possível compreender que os valores de turbidez das águas do rio Doce atingiram patamares elevadíssimos com a passagem da onda de lama de rejeitos.

Para a turbidez, os valores medidos pelo Lactec nos rios que fizeram parte da área de passagem e deposição da lama (APDL) foram comparados com as séries históricas de dados do IGAM e do IEMA, séries estas anteriores ao rompimento da barragem de Fundão. Essas séries históricas foram representadas no gráfico (Figura 148) pelas caixas em cinza e apresentam a faixa de variação de dados anteriores ao rompimento para cada estação de monitoramento, com a indicação dos valores mínimos e máximos registrados.

Na Campanha 04 do Lactec (fevereiro-março/2020), com exceção de uma única medição realizada na estação T1, todos os registros de turbidez da água extrapolaram o limite de classe 2, de 100 UNT, variando de 110 UNT a 920 UNT ao longo das estações de monitoramento da APDL (Figura 148). Nas campanhas anteriores, realizadas nos anos de 2018 e 2019, o limite de 100 UNT foi atendido para a totalidade das medições. Os valores medidos na Campanha 04 para a turbidez foram os mais elevados entre todas as campanhas realizadas pelo Lactec. Entretanto, não havia sido registrada a ocorrência de chuvas durante as campanhas anteriores.

Na estação T1, localizada no reservatório formado pelo dique S4, o valor de turbidez alcançou o valor de 50 UNT, sendo o único abaixo do limite de 100 UNT. Nas campanhas anteriores do Lactec, os valores de turbidez foram expressivamente menores no local, não passando de 5 UNT.

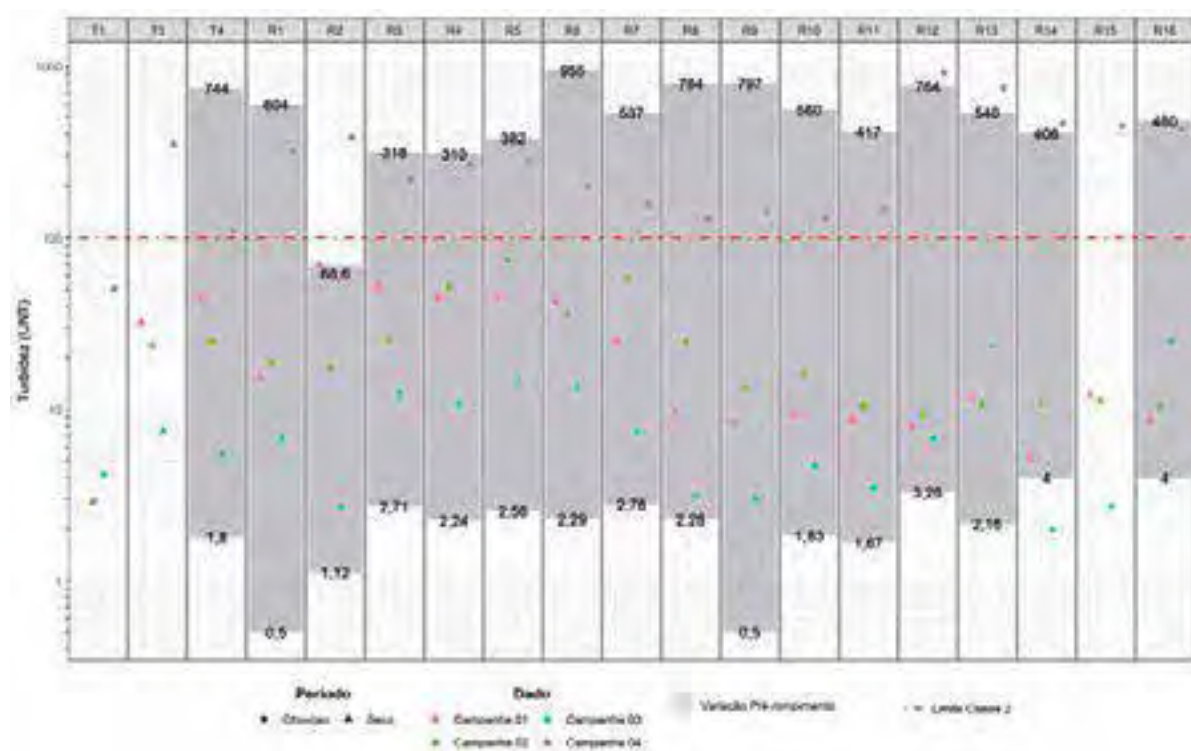
Na estação T3, no rio Gualaxo do Norte (a jusante do dique S4), o valor da turbidez chegou a 354 UNT na Campanha 04, ultrapassando o limite em mais de 3 vezes. Nas campanhas anteriores, os valores foram menores, variando de 7 a 32 UNT. As estações T1 e T3 não apresentam dados de linha-base.

No trecho do rio Doce compreendido entre os municípios de Barra Longa /MG e Conselheiro Pena/MG (T4 a R11), os valores de turbidez da água estiveram dentro da variação histórica pré-rompimento. Contudo, os dados obtidos na Campanha 04 corresponderiam aos percentis 86 e 97 da série histórica pré-rompimento, o que indica valores elevados. Os percentis, nesse caso, indicam onde o valor atual se encaixa na série histórica pré-desastre. No caso do percentil 97, por exemplo, 97% dos dados históricos pré-desastre foram menores ou iguais ao valor registrado na Campanha 04. A série pré-desastre formaria uma escala de 0 a 100, na qual o valor da Campanha 04 se situou na altura 97 dessa escala.

A partir da estação R12 (rio Doce, município de Resplendor/MG), os valores de turbidez no rio Doce chegaram a extrapolar os máximos históricos pré-rompimento, atingindo 920 UNT na estação R12, em Resplendor/MG. Ressalta-se que para a estação R15, não existem dados pré-rompimento, mas verifica-se que o dado referente a Campanha 04 foi da mesma ordem de grandeza das demais estações do Espírito Santo.

Destaca-se que na estação R12 (Resplendor/MG) foi observada, durante a amostragem, a ocorrência de obra com retroescavadeira, o que pode ter contribuído para a ressuspensão de sedimentos para a coluna d'água.

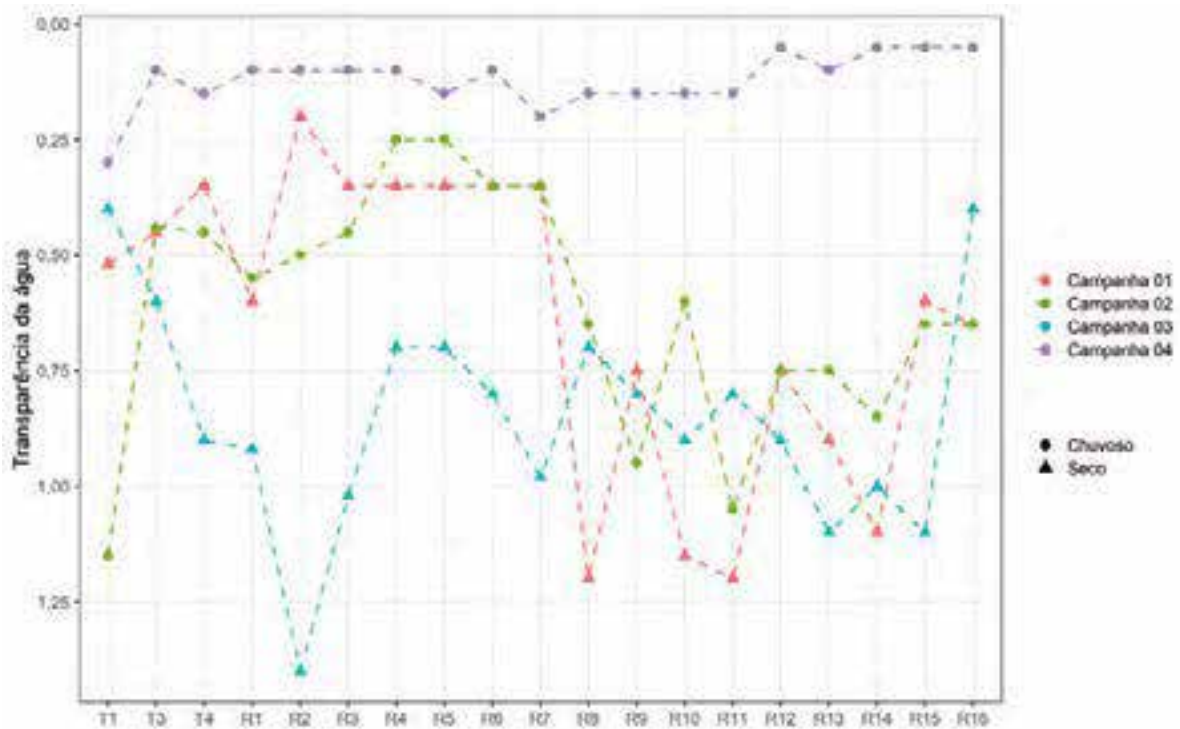
Figura 148 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.



Conforme apresentado na Figura 149, as leituras do disco de Secchi ao longo das estações monitoradas na APDL também apontaram uma redução na transparência da coluna d'água na Campanha 04 (fevereiro-março/2020), indicando uma água mais degradada. O eixo y foi plotado considerando-se que o zero da escala seria a superfície da água. Assim, valores mais próximos de zero indicam menor transparência da água e valores mais afastados de zero indicam maior transparência da água.

Visando a comparação de meses usualmente chuvosos, na Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019), a transparência da água variou entre 25 cm e 115 cm, ao longo das estações de monitoramento da APDL. Na Campanha 04, a transparência diminuiu bastante, variando de 5 cm a 30 cm. A maior transparência da água, em ambas as campanhas, foi observada para a estação T1, no reservatório do dique S4.

Figura 149 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas na APDL.



De acordo com Arcova e Cicco (1999), precipitações elevadas e de maior frequência, que normalmente ocorrem no período chuvoso, resultam no aumento da concentração de sólidos em suspensão na água. A ocorrência de chuvas favorece o carreamento de materiais depositados nas margens para dentro dos rios. Além disso, há também o aumento da vazão e da velocidade da água dos rios que propiciam a ressuspensão dos sedimentos para a coluna d'água. O resultado da soma desses fatores é o aumento da turbidez da água. Isso já ocorria mesmo antes do rompimento da barragem de Fundão, contudo, no evento do dia 05/11/2015 foram disponibilizados mais de 40 milhões de m³ de rejeitos ao meio ambiente que passaram a contribuir de modo adicional à turbidez natural do rio Doce.

Visando a comparação de dados de turbidez da água e de vazão, foram selecionadas estações de qualidade em locais próximos ou coincidentes a estações fluviométricas. A relação das estações em que foi possível fazer tal relação encontra-se na Tabela 15.

Tabela 15 – Estações fluviométricas correspondentes às de qualidade de água.

Estação Lactec	Estação Fluviométrica correspondente	Corpo hídrico	Município
R3	56425000	rio Doce	Rio Casca/MG e São Domingos do Prata/MG
R4	56539000	rio Doce	Marliéria/MG e Pingo d'Água/MG
R6	56719998	rio Doce	Belo Oriente/MG e Bugre/MG
R8	56850000	rio Doce	Governador Valadares/MG
R14	56994510	rio Doce	Colatina/ES

A Figura 150 à Figura 154 apresentam a comparação de dados de turbidez e vazão, tendo sido os valores da turbidez apresentados em escala logarítmica. É possível notar a relação de aumento da vazão e consequente aumento da turbidez. Além disso, conforme comentado anteriormente, nas três últimas campanhas do Lactec (agosto-setembro/2018, janeiro-fevereiro/2019, agosto-setembro/2019), os valores de turbidez mantiveram-se abaixo do limite de 100 UNT para as estações avaliadas, o que não foi observado na Campanha 04 (fevereiro-março/2020). Ao mesmo tempo, também não haviam sido registradas vazões tão elevadas como na Campanha mais recente.

No parecer n. 23 dos Institutos Lactec (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019b), o qual está publicado no site do Ministério Público Federal de Minas Gerais, destacou-se que no período de novembro/2015 a dezembro/2018, as vazões registradas para as estações fluviométricas da calha do rio Doce apresentaram tempo de retorno próximo a 2 anos, indicando que não ocorreram no referido período vazões elevadas causadas principalmente por chuvas extremas. Além disso, já se tinha alertado que o ciclo de secas da bacia podia estar se encerrando, com a volta de maiores valores de precipitação e vazão, e consequentemente de turbidez.

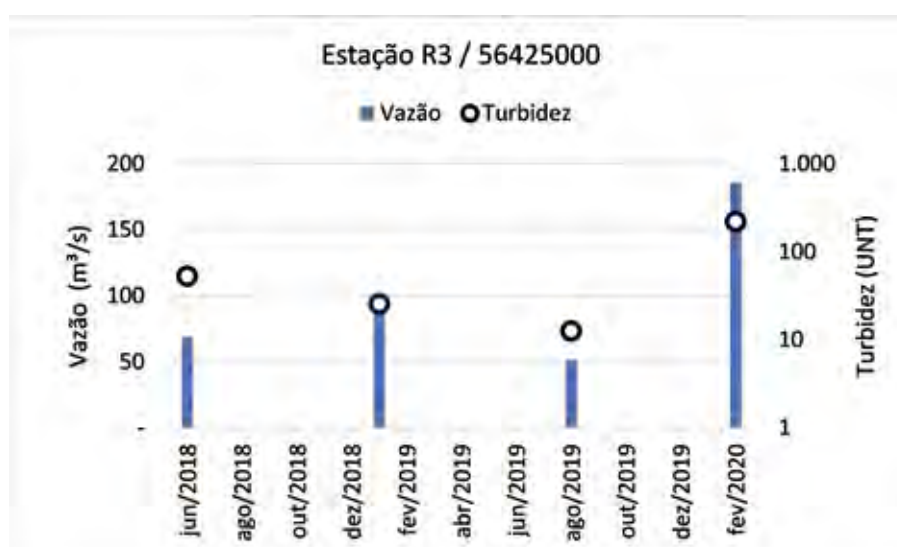
Figura 150 – Comparação de dados de turbidez da estação R3 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56425000.

Figura 151 – Comparação de dados de turbidez da estação R4 com os dados de vazão da estação fluviométrica 5639000.

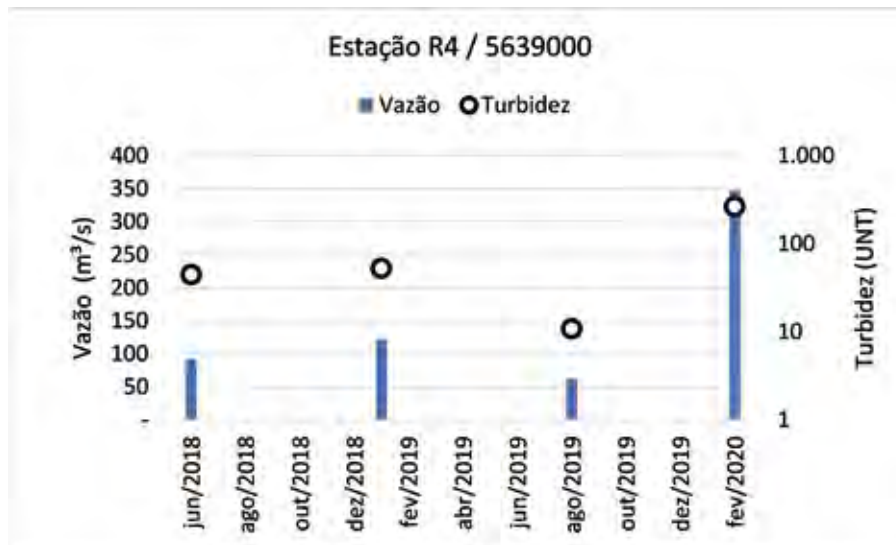


Figura 152 – Comparação de dados de turbidez da estação R6 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56719998.

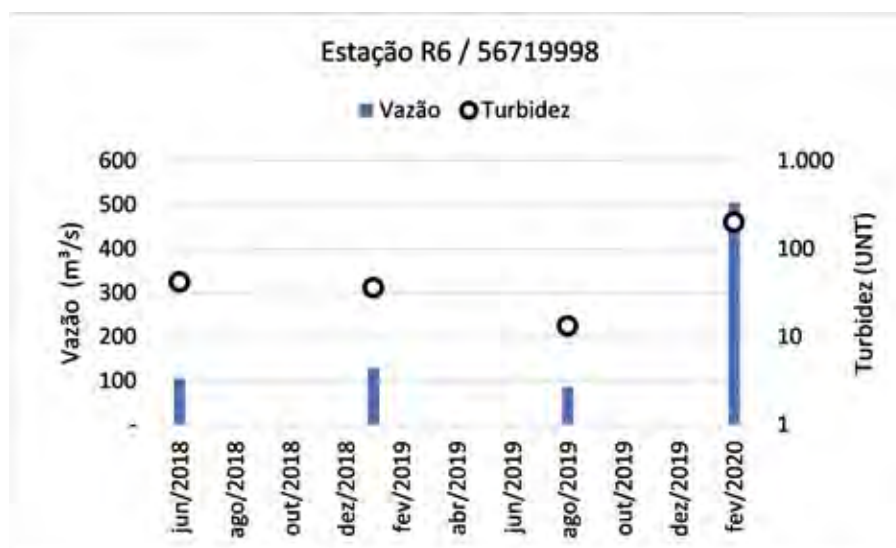


Figura 153 – Comparação de dados de turbidez da estação R8 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56850000.

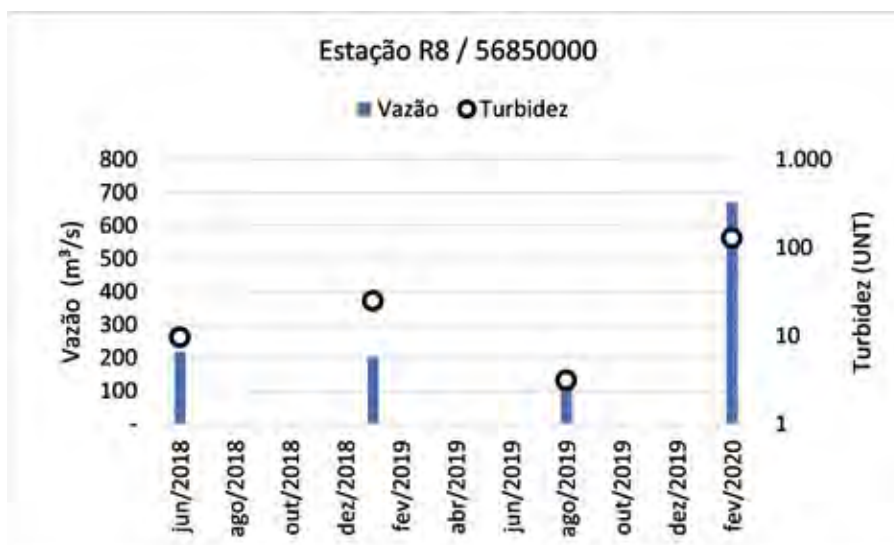
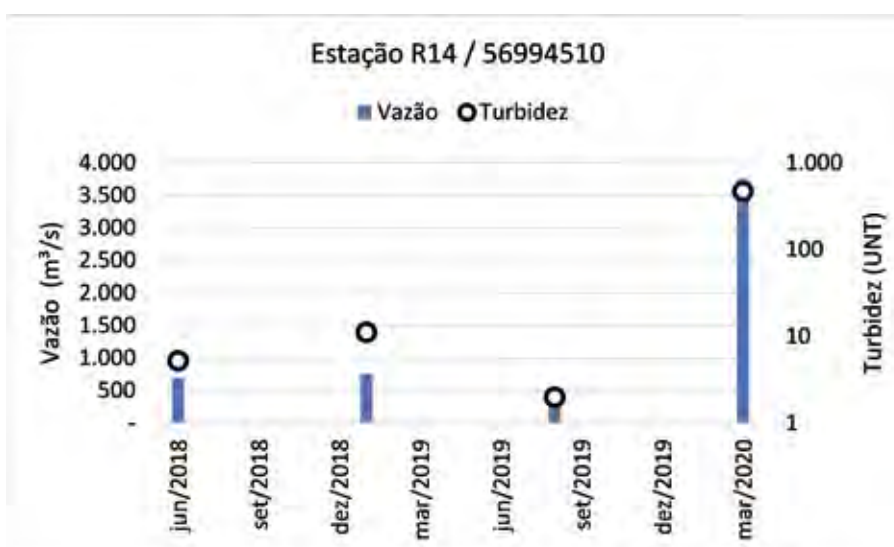
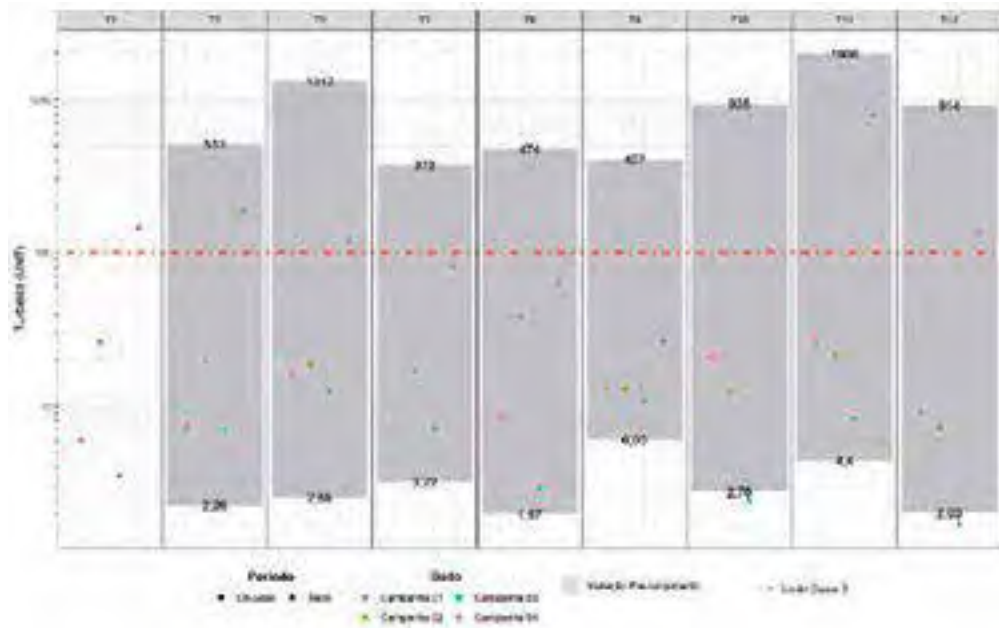


Figura 154 – Comparação de dados de turbidez da estação R14 com os dados de vazão da estação fluviométrica 56994510.



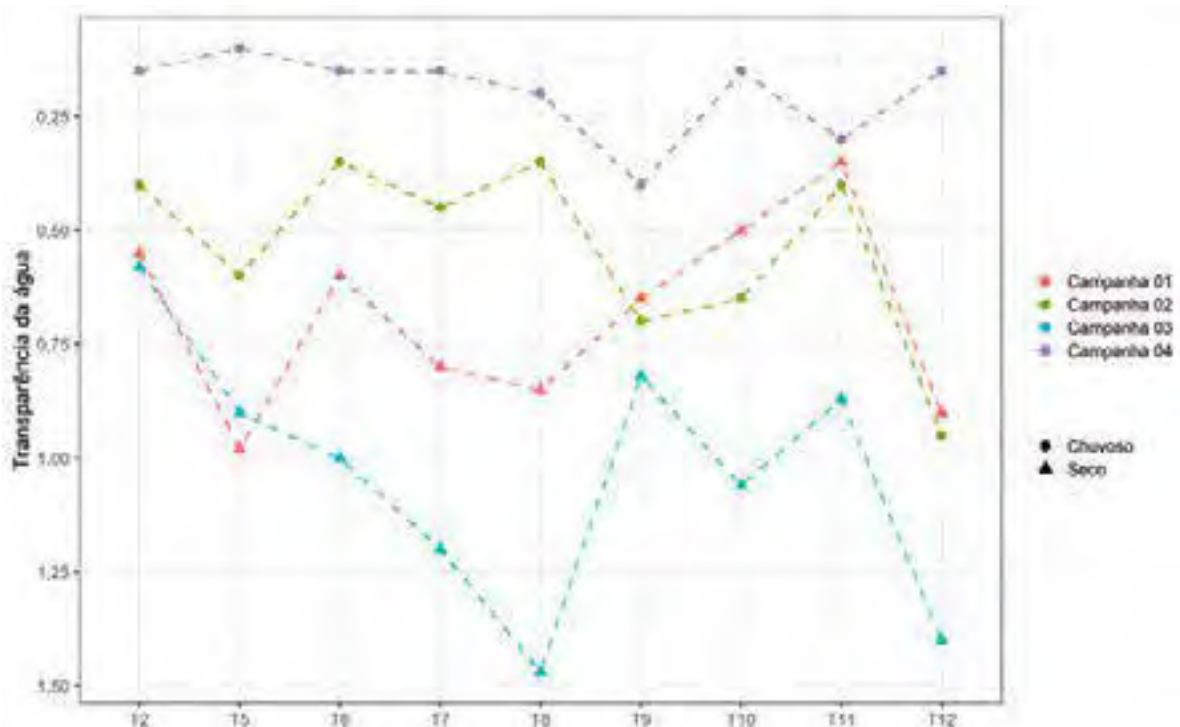
Conforme Figura 155, nos tributários do rio Doce que não fizeram parte do trajeto da lama de rejeitos, os resultados da Campanha 04 para a turbidez também foram os mais elevados entre as quatro campanhas realizadas pelo Lactec. Com exceção da estação T2 (rio Gualaxo do Norte, a montante de sua confluência com o córrego Santarém), que não possui dados de linha-base, os valores de turbidez das demais estações estiveram de acordo com a variação pré-rompimento. Em seis das nove estações os valores de turbidez ultrapassaram o limite de 100 UNT da Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe 2. Os valores de turbidez, na Campanha 04, variaram de 26,52 UNT (T9, rio Corrente Grande) a 790 UNT (T11, rio Caratinga), com média de 184,15 UNT, para as estações apresentadas na Figura 155. Para as estações monitoradas na APDL pelo Lactec (Figura 148), a média foi de 311,38 UNT.

Figura 155 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.



A transparência da água nas estações avaliadas nos tributários fora da APDL (Figura 156) variou entre 10 e 40 cm, na Campanha 04, indicando a concentração elevada de sólidos na água. Esses foram os mais baixos valores de transparência obtidos pelo Lactec desde que o instituto iniciou suas atividades de monitoramento.

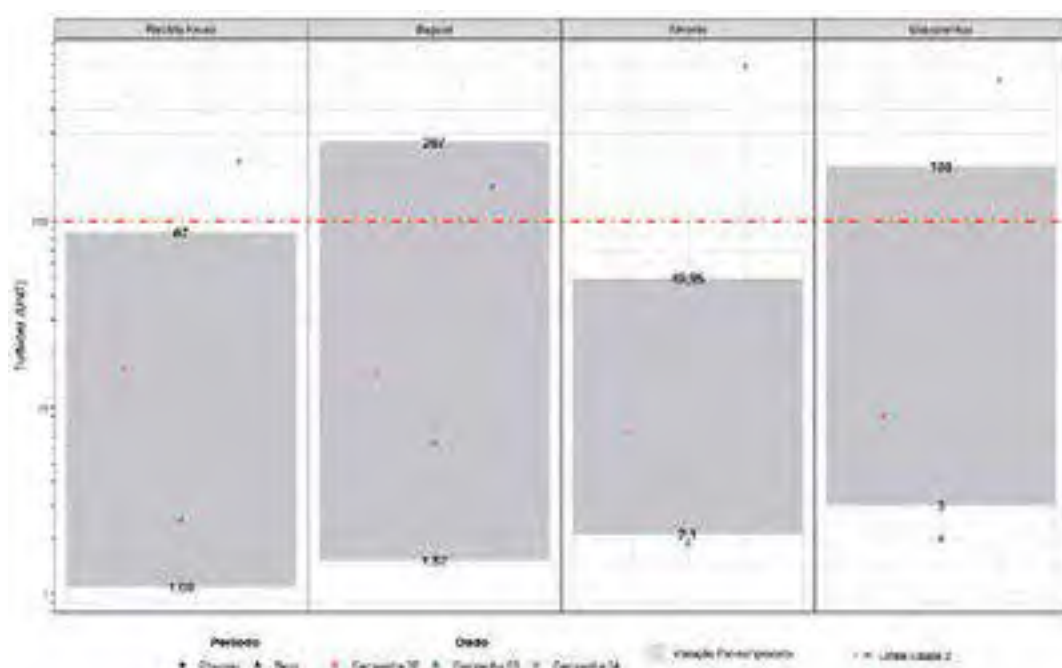
Figura 156 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas em tributários do rio Doce que não fizeram parte do trajeto da lama.



O Lactec iniciou o monitoramento da qualidade da água dos reservatórios hidrelétricos instalados na calha do rio Doce na Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019). As concessionárias de energia encaminharam dados anteriores ao rompimento de Fundão, tendo sido possível obter a faixa de variação dos valores pré-rompimento, apresentada no gráfico pela caixa cinza (Figura 157).

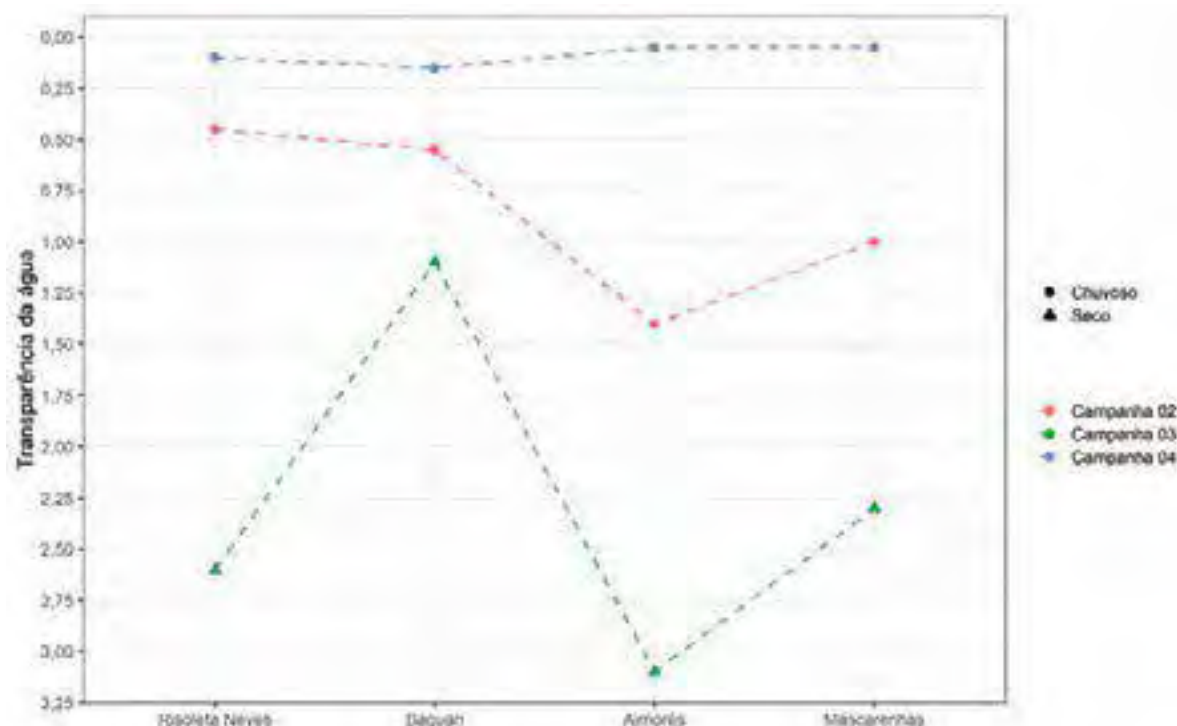
Com exceção do reservatório da UHE Baguari, os valores de turbidez da Campanha de fevereiro/2020 extrapolaram tanto o limite legislado (100 UNT) como os respectivos máximos históricos pré-desastre. Mesmo para a UHE Baguari, o dado está localizado na porção superior da caixa cinza, indicando valores mais elevados dentro do conjunto da série histórica.

Figura 157 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos *versus* dados históricos pré-rompimento.



Na Figura 158, estão apresentados os valores de transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas em reservatórios hidrelétricos. Quanto maior o valor, mais transparente é a água. Na Campanha 04 (fevereiro-março/2020), foram obtidos os valores mais baixos de transparência da água, variando de 5 cm a 15 cm, ao longo das estações, indicando assim uma água menos transparente em relação às demais campanhas. A título de comparação, na Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019), que também ocorreu em período chuvoso, a transparência variou de 45 cm a 140 cm.

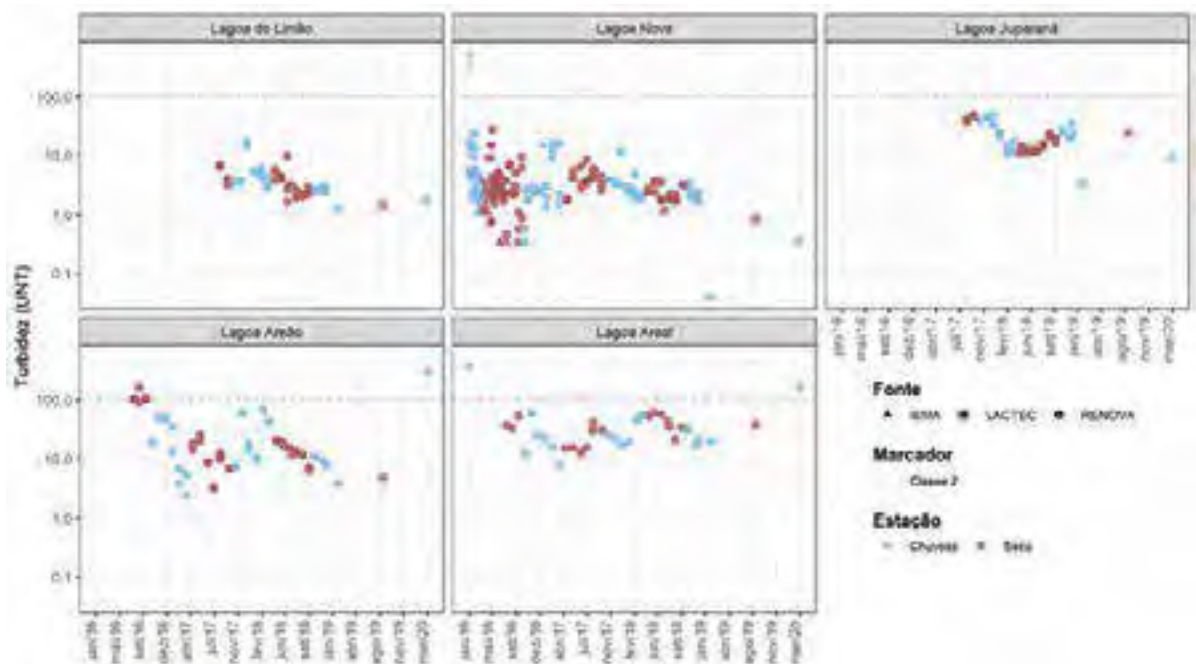
Figura 158 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas em reservatórios hidrelétricos.



O Lactec também monitorou lagoas situadas nas margens do rio Doce, entre os municípios de Colatina/ES e Linhares/ES. Essas lagoas não possuem dados robustos de monitoramentos prévios ao rompimento, de modo que não foi possível estabelecer uma linha-base para as mesmas. Assim, os dados do Lactec foram comparados com dados posteriores ao rompimento obtidos dos monitoramentos do IEMA e da Fundação Renova, separados em período seco e chuvoso para facilitar a visualização.

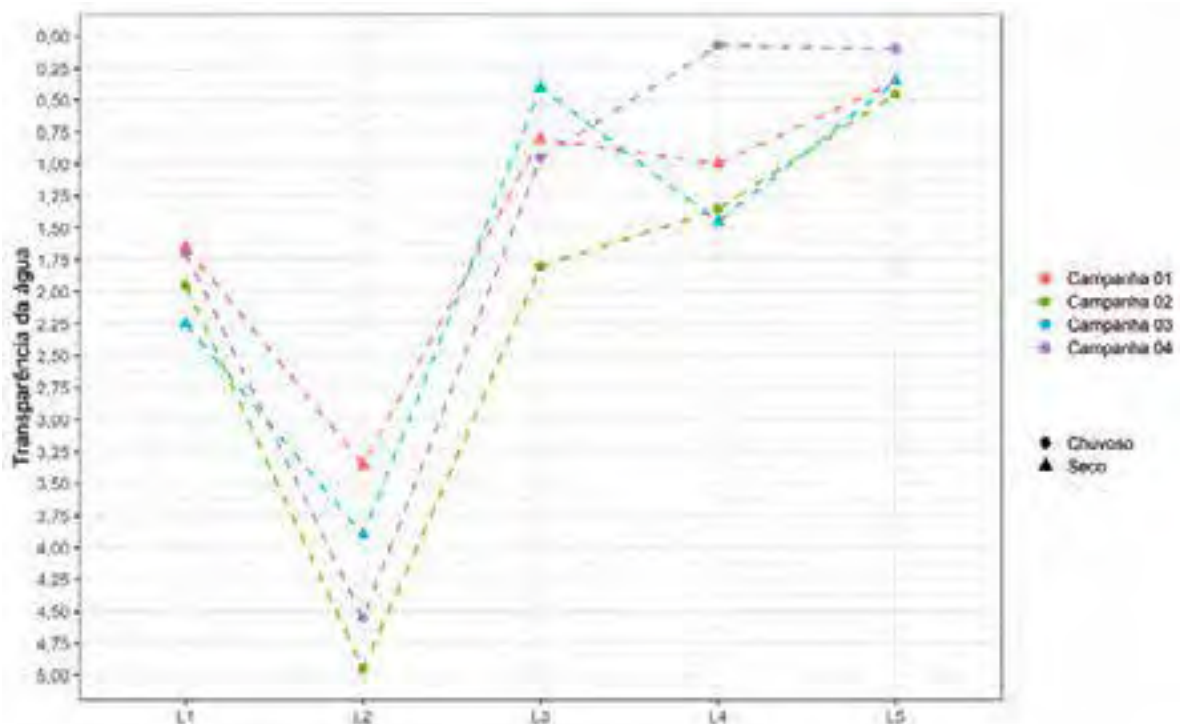
De acordo com a Figura 159, é possível observar que os valores de turbidez medidos na Campanha mais recente (fevereiro-março/2020) foram o mais elevado na lagoa Areão e segundo mais elevado na lagoa Areal, considerando toda a série de dados, o que indica alterações relevantes na turbidez da água. Destaca-se que esses valores foram superiores ao limite de 100 UNT da Resolução CONAMA nº357/2005 para corpos de água doce classe 2. Nas lagoas do Limão, Nova e Juparanã os valores estiveram condizentes com a variação histórica dos dados e de acordo com o limite legislado.

Figura 159 – Valores de turbidez da água nas lagoas marginais ao rio Doce, localizadas entre os municípios de Colatina/ES e Linhares/ES.



Na Figura 160, estão apresentados os valores de transparência da água nas cinco lagoas avaliadas. Novamente, para as lagoas Areão e Areal na Campanha 04, foram registrados os menores valores de transparência da água (10 cm) entre as quatro campanhas realizadas pelo Lactec. Para as demais lagoas, os valores de transparência estiveram dentro da variação encontrada anteriormente.

Figura 160 – Transparência da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas nas lagoas do Espírito Santo



5.1.1.2 Elementos Potencialmente Tóxicos (EPTs)

Em virtude da composição do rejeito de Fundão, deu-se destaque às avaliações das concentrações de alumínio, ferro e manganês na água, nas formas contempladas pela Resolução CONAMA nº357/2005. Os elementos supracitados são considerados Elementos Potencialmente Tóxicos (EPTs). Esta é uma terminologia adotada pelo Lactec. Define-se como EPTs as espécies químicas metálicas ou semimetálicas, persistentes no meio, ou seja, que não se degradam facilmente e que permanecem por longo período de tempo no ambiente. São enquadrados nesta definição elementos essenciais ou não à biota.

Cabe destacar que os elementos arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio, de maior periculosidade, tanto em sua fração dissolvida como em seu total, apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método em todas as campanhas do Lactec. O níquel total foi quantificado, mas esteve abaixo do limite de 0,025 mg/L da Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas doces de classe 2.

a) Alumínio Dissolvido

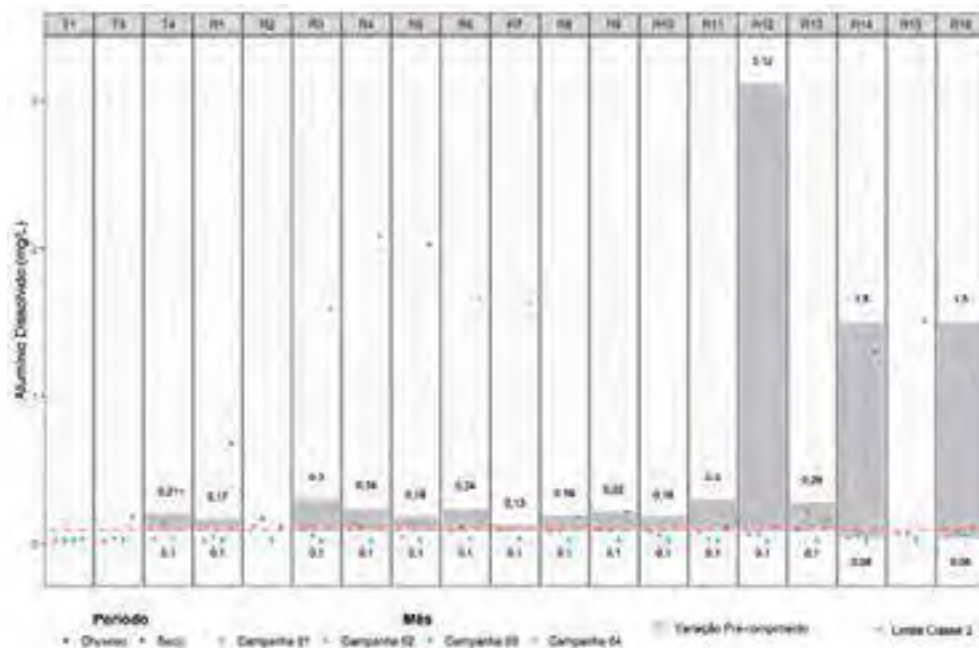
O alumínio é um elemento natural e o metal mais comum na crosta terrestre. Este pode ser encontrado na maioria dos solos e rochas, e pode entrar na água através de processos naturais, como intemperismo de rochas. Este metal também pode ser liberado na água por processos de mineração, processos industriais que utilizam o alumínio e pelo tratamento de águas residuais com compostos de alumínio (USEPA, 2020). Segundo a referida agência, o alumínio não está entre os metais essenciais para a sobrevivência da vida aquática, sendo que seu excesso acumulado nas brânquias dos peixes pode inibir funções respiratórias, podendo levar à morte desses animais.

Com o rompimento da barragem de Fundão, foram registrados valores significativamente elevados de alumínio dissolvido na água. Nos primeiros dias após o rompimento, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) chegou a registrar o valor máximo de 32,2 mg/L no rio Doce, em Belo Oriente/MG.

Na Campanha 04 do Lactec (fevereiro e março/2020), quatro anos após o desastre, ainda foram constatadas concentrações elevadas de alumínio dissolvido na água, sendo que o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005, de 0,1 mg/L, foi ultrapassado em todas as estações de monitoramento da APDL, com exceção da estação T1 (Dique S4). O maior valor de alumínio dissolvido observado pelo Lactec ocorreu na estação R4 (Marliéria/MG e Pingo d'Água/MG), sendo igual a 2,083 mg/L. Esse valor foi mais de 20 vezes superior ao limite legislado. Nas campanhas anteriores, o número de não conformidades foi menor. Na Campanha 01 (junho-julho/2018), ocorreram 4 desconformidades (R2, R3, R4 e R13), na Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019) ocorreram 6 desconformidades (T4, R2, R4, R5, R6 e R13) e na Campanha 03 não ocorreram desconformidades para o alumínio dissolvido.

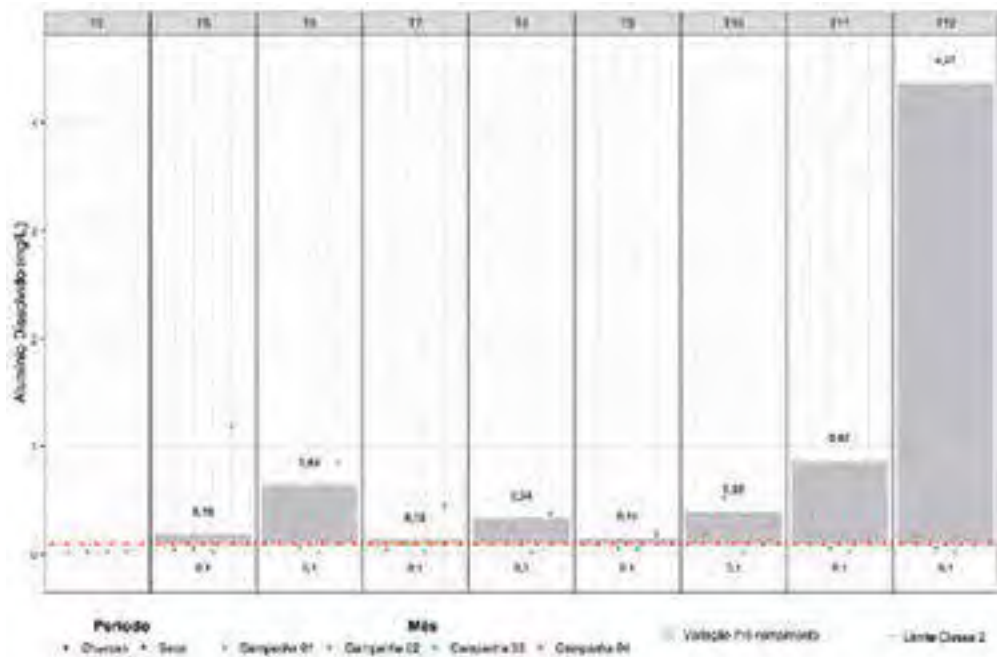
De modo geral, as concentrações obtidas na Campanha 04 (Figura 161) foram superiores às das campanhas anteriores do Lactec. No trecho das estações T4 (Barra Longa/MG) a R7 (Fernandes Tourinho/MG e Periquito/MG), os valores ultrapassaram inclusive os máximos históricos pré-rompimento. Nas demais estações com dados de linha-base, mesmo não ultrapassando os máximos históricos, os valores foram correspondentes aos percentis 86 a 95 da linha-base, indicando valores que se encaixam entre os mais elevados da série histórica pré-desastre. Destaca-se que as estações T1, T3, R2 e R15 possuem dados de linha-base.

Figura 161 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.

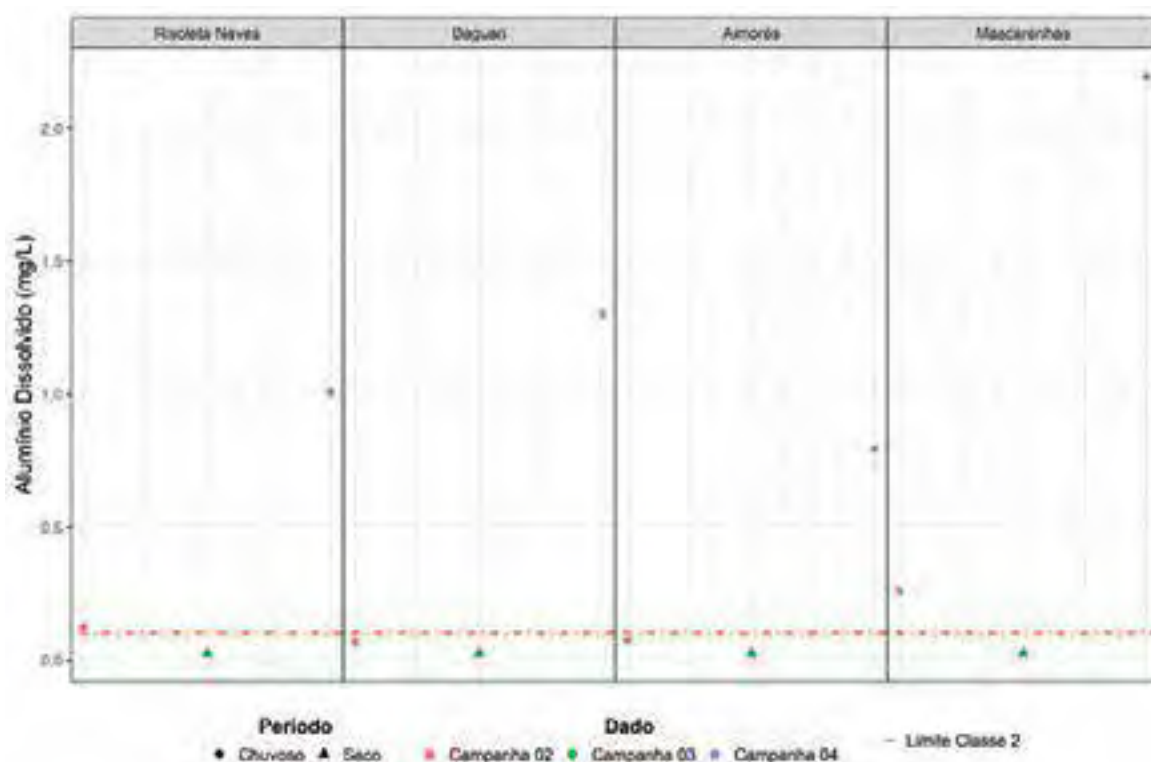


Nos tributários fora da APDL, as concentrações de alumínio dissolvido obtidas na Campanha 04 apresentaram-se como as mais elevadas (Figura 162) entre as quatro campanhas realizadas pelo Lactec para cinco das nove estações avaliadas: T5 (rio Piranga), T6 (ribeirão Sacramento), T7 (rio Piracicaba), T8 (rio Santo Antônio) e T9 (rio Corrente Grande). Esses valores inclusive ultrapassaram os máximos históricos pré-rompimento. Nas estações T2 (rio Gualaxo do Norte antes do encontro com o córrego Santarém), T10 (Rio Suaçuí Grande) e T12 (Rio Manhuaçu), as concentrações foram inferiores ao limite de 0,1 mg/L da Resolução CONAMA nº 357/2005. Nas estações da Figura 162, as concentrações de alumínio dissolvido variaram de 0,034 a 1,192 mg/L na Campanha 04, com média de 0,380 mg/L. Para as estações monitoradas pelo Lactec que fazem parte da APDL (Figura 161), a média foi de 0,804 mg/L.

Figura 162 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.



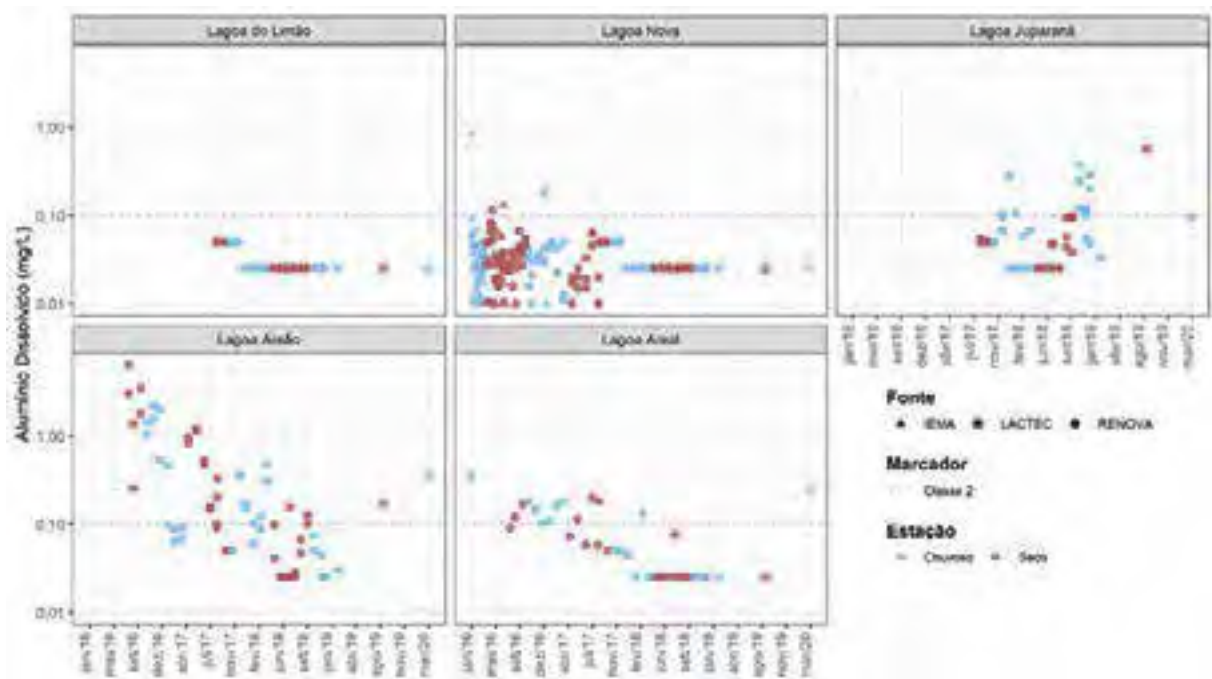
Nos reservatórios das usinas hidrelétricas do rio Doce (Figura 163), todos os dados obtidos na Campanha 04 (fevereiro-março/2020) indicaram desconformidades em relação ao limite da Resolução CONAMA nº 357/2005, de 0,1 mg/L, para o alumínio dissolvido. O reservatório da UHE Baguari foi o que apresentou a maior concentração nessa Campanha (1,299 mg/L, mais de 12 vezes superior ao limite legislado). Além disso, a Campanha 04 foi a que apresentou as maiores concentrações do elemento, mesmo quatro anos após o rompimento. Destaca-se que o alumínio dissolvido não era monitorado nos reservatórios no período pré-desastre.

Figura 163 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos.

Nas lagoas situadas às margens do rio Doce, no Espírito Santo, não existem dados robustos de linha-base, de modo que os dados do Lactec foram comparados com a série temporal existente pós-rompimento.

Na Campanha 04 (fevereiro-março/2020), para as lagoas do Limão e Nova, os valores estiveram abaixo do limite de quantificação do método (Figura 164). Para a lagoa Juparanã, a concentração de alumínio dissolvido foi de 0,097 mg/L, próxima do limite legislado, de 0,1 mg/L. Para as lagoas Areão e Areal, os valores ultrapassaram o limite em 2 e 12 vezes, respectivamente. Desde o ano de 2018, não se registravam valores elevados como os obtidos pelo Lactec em sua Campanha mais recente.

Figura 164 – Concentrações de alumínio dissolvido nas lagoas do Espírito Santo.



b) Ferro Dissolvido

O ferro é o segundo metal mais abundante e quarto elemento mais presente na crosta terrestre. As reservas de ferro brasileiras, representaram, em 2017, 19,8% das reservas mundiais, sendo 74,4% das reservas brasileiras situam-se no estado de Minas Gerais (ANM, 2018). O minério de ferro, encontrado na natureza em forma de rocha, passa pelo processo de beneficiamento, realizado pelas mineradoras, no qual ocorre a separação do minério do material que não tem valor comercial e com isso os resíduos da mineração são gerados. Em corpos d'água naturais, o ferro é um importante nutriente para os organismos aquáticos. Entretanto, as altas concentrações de ferro, como as liberadas nos corpos hídricos durante o rompimento da barragem de Fundão, afetam os usos que água pode ter. No uso doméstico, por exemplo, o ferro pode induzir formação de ferrugem em instalações sanitárias, pode manchar roupas e pode conferir gosto metálico à água (VUORI, 1995). Além disso, os ecossistemas também podem ser afetados pelo excesso desse elemento. Entre os efeitos, pode-se citar o prejuízo à sobrevivência, crescimento e reprodução animal devido à ação tóxica do ferro, bem como limitar o habitat destes organismos devido a alterações químicas provocadas no ambiente (VUORI, 1995).

Com o rompimento da barragem de Fundão, foram registrados valores bastante elevados de ferro dissolvido na água, especialmente no trecho entre os municípios São Domingos do Prata/MG e Belo Oriente/MG. Nos primeiros dias após o rompimento, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) chegou a registrar o valor máximo de 32,26 mg/L no rio Doce, em Belo Oriente/MG.

Na Campanha 04 (fevereiro e março/2020), quatro anos após o desastre, ainda foram constatadas concentrações elevadas de ferro dissolvido na água, mas não da ordem observada logo após o rompimento de Fundão. O limite da Resolução CONAMA nº 357/2005, de 0,3 mg/L, foi ultrapassado em todas as estações de monitoramento localizadas na APDL, com exceção da estação T1 (Dique S4) (Figura 165). O maior valor de ferro dissolvido ocorreu na estação R4 (Marliéria/MG e Pingo d'Água/MG), sendo igual a 1,935 mg/L. Esse valor foi mais de 6 vezes superior ao limite legislado. Nas campanhas anteriores realizadas pelo Lactec, o número de não conformidades foi menor: Campanha 01 (junho-julho/2018) ocorreram 3 desconformidades (R2, R3 e R4), na Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019) ocorreram 4 desconformidades (R1, R2, R3 e R4) e na Campanha 03 (agosto-setembro/2019) não foram registrados desacordos.

Em relação às condições anteriores ao rompimento, as concentrações de ferro dissolvido relativas à Campanha 04 ultrapassaram os máximos históricos na maioria das estações monitoradas, além disso, a Campanha 04 exibiu os piores resultados entre as quatro campanhas executadas pelo Lactec. Destaca-se que as estações T1, T3 e R15 não contam com dados de linha-base.

Figura 165 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.

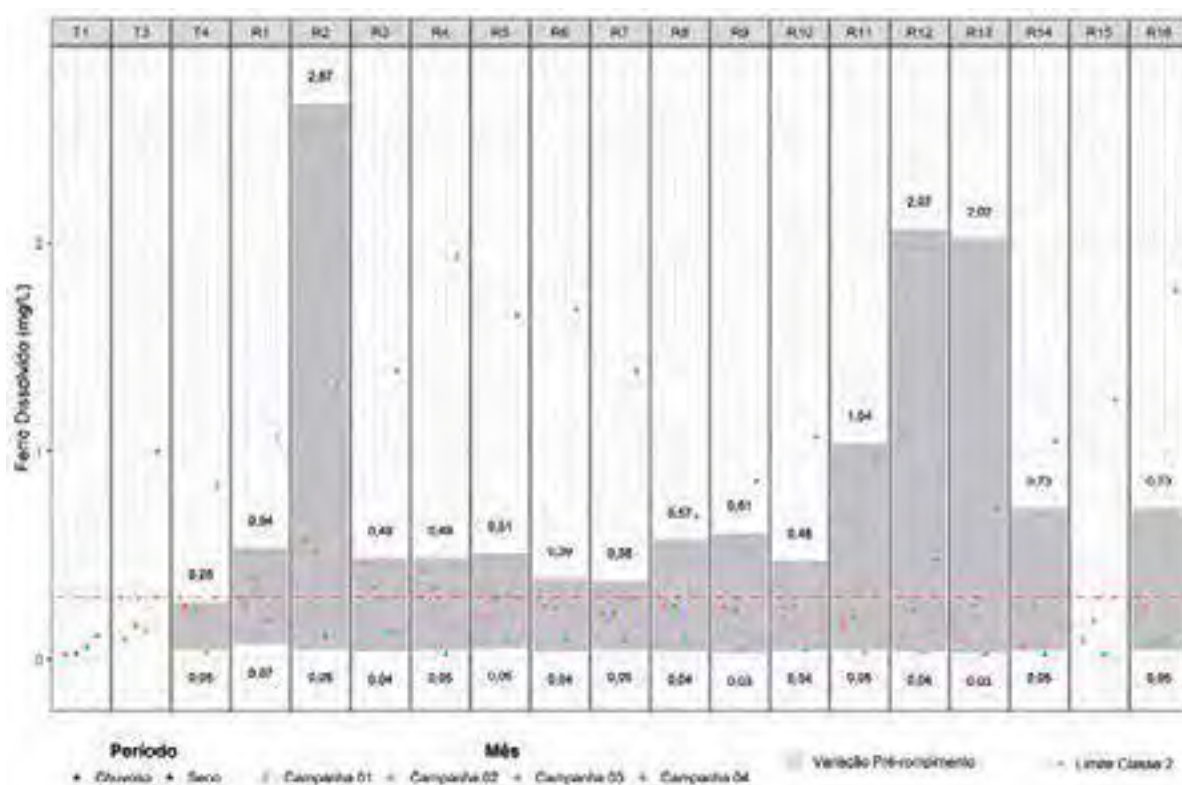
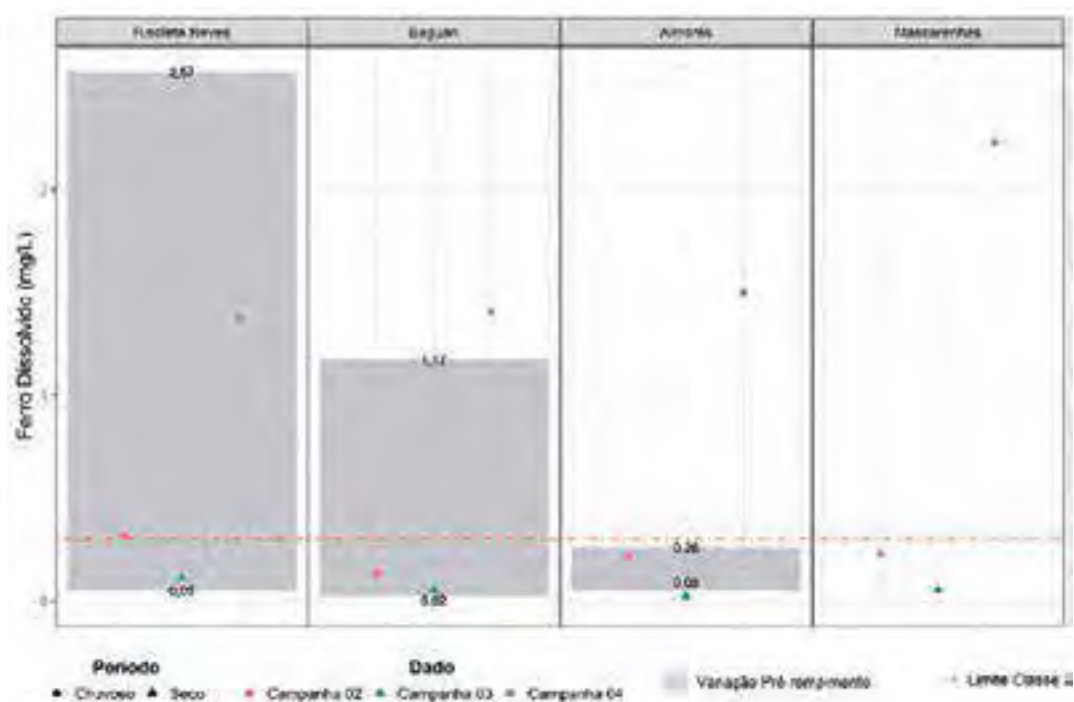
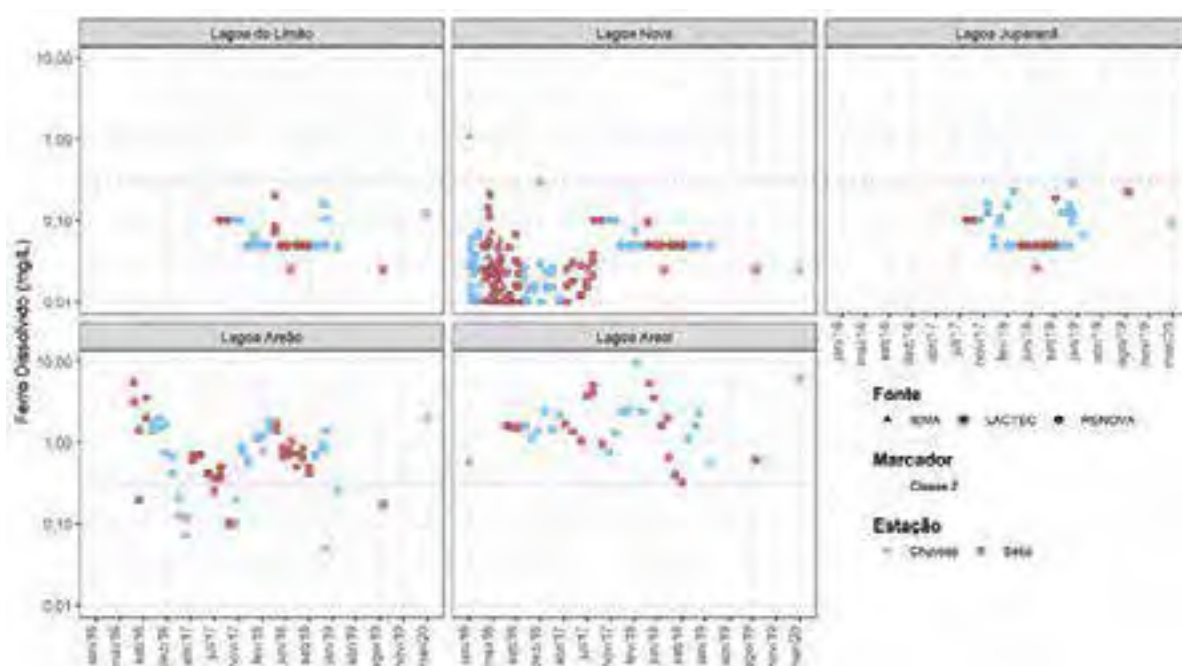


Figura 167 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos *versus* dados históricos pré-rompimento.



Nas lagoas localizadas no estado do Espírito Santo (Figura 168), foram registradas concentrações acima do limite de 0,3 mg/L da Resolução CONAMA nº 357/2005 para as lagoas Areão e Areal, chegando a 2,018 mg/L e 6,103 mg/L, respectivamente, superando o limite em 6 e 20 vezes. Desde o primeiro trimestre de 2018 não se reportavam valores tão elevados como esses. Para as demais lagoas, os valores permaneceram abaixo do limite legislado, sendo que na lagoa Nova, o valor esteve abaixo do limite de quantificação.

Figura 168 – Concentrações de ferro dissolvido nas lagoas do Espírito Santo.



c) Manganês Total

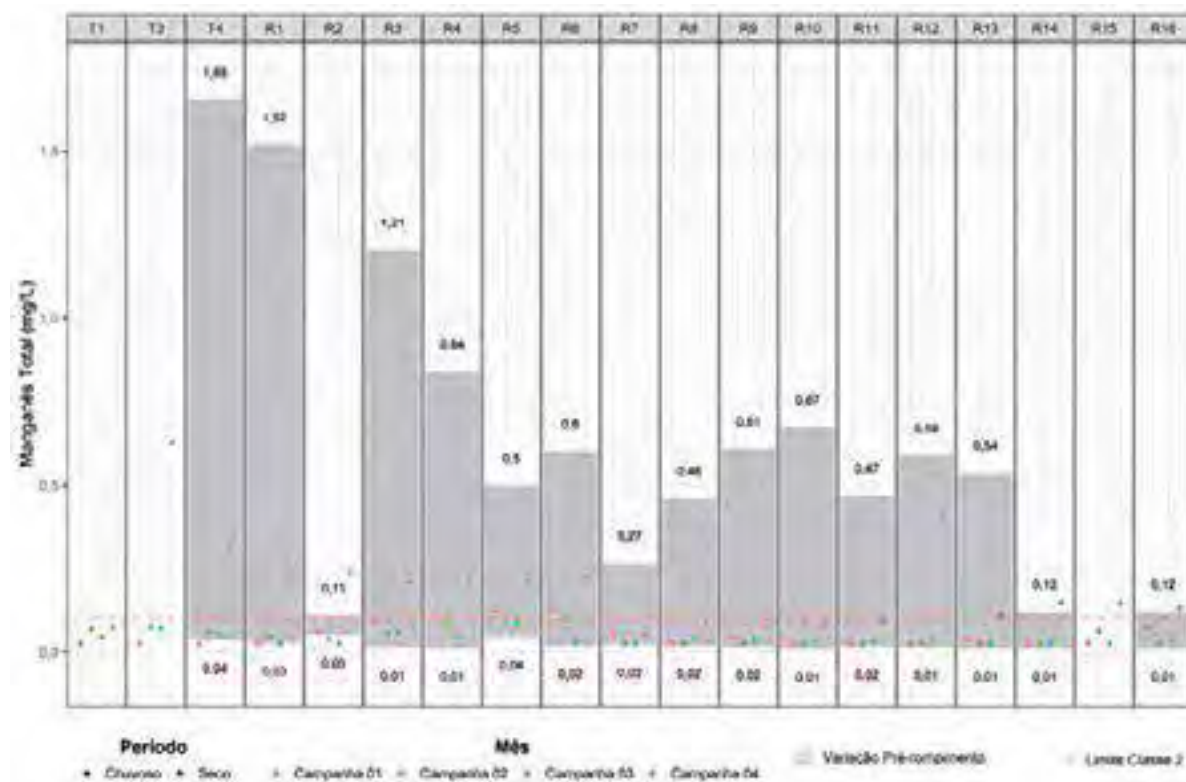
O manganês é o quarto metal mais utilizado do mundo, depois do ferro, alumínio e cobre. O manganês é um elemento essencial para a vida, entretanto, em quantidades excessivas é tóxico, além disso, exposições prolongadas a este elemento podem provocar efeitos adversos no sistema nervoso, respiratório e outros (DNPM, 2017).

Foram registrados valores elevadíssimos de manganês total na água com o rompimento da barragem de Fundão. Nos primeiros dias após o rompimento, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) chegou a registrar o valor máximo de 936 mg/L, no rio Doce, em Marliéria/MG.

Na Campanha 04 (fevereiro e março/2020), ainda foram constatadas concentrações elevadas de manganês total na água, sendo que o limite da Resolução CONAMA nº 357/2005, de 0,1 mg/L, foi ultrapassado em 12 das 18 estações de monitoramento em rios avaliadas neste relatório (Figura 169). O maior valor de manganês total ocorreu na estação T3 (rio Gualaxo do Norte, em Mariana/MG), sendo igual a 0,628 mg/L. Esse valor foi mais de 6 vezes superior ao limite legislado. Nas campanhas anteriores, não haviam ocorrido tantas desconformidades. Na Campanha 01 (junho-julho/2018) ocorreram 3 desconformidades (R4, R5 e R6), enquanto na Campanha 02 (janeiro-fevereiro/2019) e na Campanha 03 (agosto-setembro/2019) não ocorreram desconformidades.

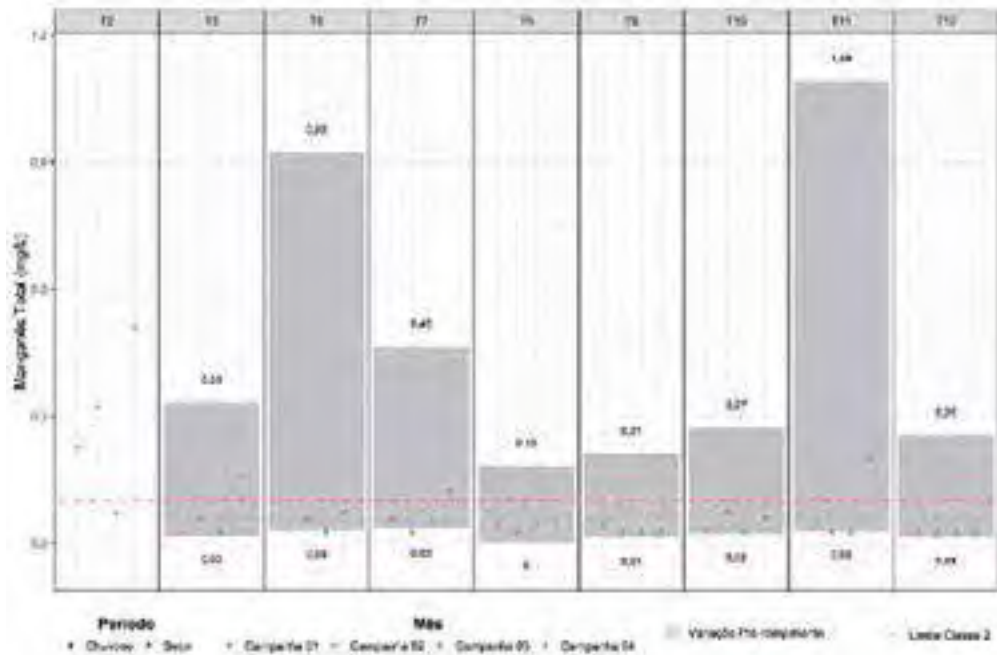
As concentrações de manganês total relativos à Campanha 04 superaram as concentrações de campanhas anteriores do Lactec. De um modo geral, os resultados estiveram de acordo com a variação histórica pré-rompimento, com dados correspondendo ao percentil 50, minimamente. Isso significa que os dados da Campanha 04 foram superiores a pelo menos 50% dos dados históricos pré-desastre. Sendo que nas estações R14 e R16, no Espírito Santo, os máximos históricos foram ultrapassados. Destaca-se que as estações T1, T3 e R15 não contam com dados de linha-base.

Figura 169 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento localizadas na APDL.



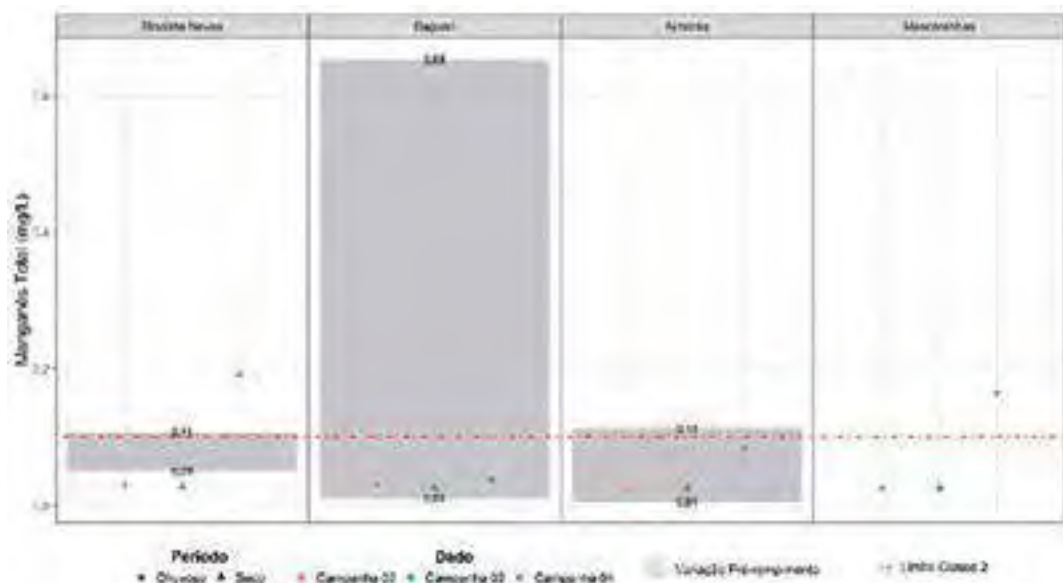
Em relação às concentrações de manganês total dos tributários que não fizeram parte do trajeto da lama de rejeitos (Figura 170) obtidas na Campanha 04, os valores permaneceram dentro da variação histórica pré-rompimento, de um modo geral. Em cinco das nove estações, os valores da Campanha 04 foram os mais elevados entre as quatro campanhas realizadas pelo Lactec. E, em quatro das nove estações, o limite de 0,1 mg/L para rios de classe 2 foi ultrapassado. Nas estações da Figura 170, as concentrações de manganês total variaram de < 0,025 a 0,510 mg/L na Campanha 04, com média de 0,136 mg/L. Para as estações monitoradas pelo Lactec que fizeram parte do trajeto percorrido pela lama (Figura 169), a média foi de 0,195 mg/L em sua Campanha mais recente.

Figura 170 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec *versus* dados históricos pré-rompimento para as estações de monitoramento que não fizeram parte do trajeto da lama.



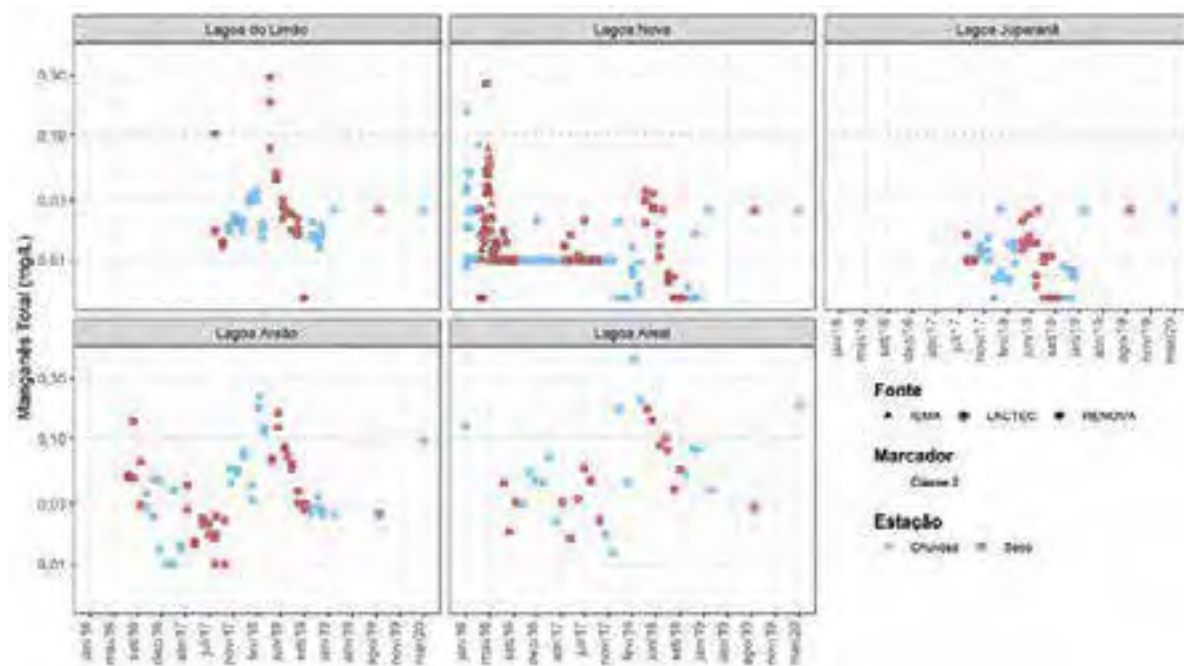
Nos reservatórios das usinas hidrelétricas do rio Doce (Figura 171), os dados obtidos na Campanha 04 (fevereiro-março/2020) indicaram desconformidades em relação ao limite de 0,1 mg/L, para o manganês total, nos reservatórios da UHE Risoleta Neves (0,191 mg/L) e da UHE Mascarenhas (0,165 mg/L). O reservatório da UHE Risoleta Neves foi o que apresentou maior concentração de manganês total nessa Campanha (0,191 mg/L, quase o dobro do limite legislado e do máximo histórico pré-desastre de 0,108 mg/L). Os resultados da Campanha 04 do Lactec foram superiores aos obtidos em suas campanhas anteriores. A UHE Mascarenhas não apresenta histórico de monitoramento pré-desastre para o manganês total.

Figura 171 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nos reservatórios hidrelétricos *versus* dados históricos pré-rompimento.



Nas lagoas localizadas no estado do Espírito Santo, as concentrações de manganês total obtidos na Campanha mais recente do Lactec resultaram abaixo do limite de quantificação do método (0,025 mg/L) para as estações localizadas nas lagoas do Limão, Nova e Juparanã (Figura 172). Para a lagoa Areão, a concentração foi de 0,097 mg/L, próxima ao limite de 0,1 mg/L da classe 2. Para a lagoa Areal, a concentração ultrapassou o limite, chegando a 0,187 mg/L. Para ambas as lagoas, os valores obtidos na Campanha 04 (fevereiro-março/2020) pelo Lactec foram os mais elevados desde meados de 2018.

Figura 172 – Concentrações de manganês total nas lagoas do Espírito Santo.



5.1.1.3 Panorama geral da Campanha 04 (fevereiro-março/2020)

No presente documento, deu-se prioridade à discussão dos resultados de turbidez, transparência da água e concentrações de alumínio, ferro e manganês na água dada sua relação com o rejeito.

O Lactec realiza o acompanhamento de um conjunto muito mais amplo de variáveis de qualidade de água em suas campanhas de monitoramento. Desse modo, esse item visa apresentar de modo resumido um panorama geral sobre os resultados obtidos nas amostragens realizadas entre os meses de fevereiro e março/2020.

Todas as variáveis de qualidade de água monitoradas pelo Lactec na Campanha 04 (fevereiro e março/2020) estão listadas na Tabela 16. As variáveis foram agrupadas de acordo com os resultados obtidos, nesse caso, se apresentaram ou não desconformidades em relação aos limites da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, foram indicadas as variáveis que não são contempladas pela referida resolução.

Dentro desses conjuntos, há resultados que foram quantificados ou que se apresentaram inferiores ao limite de quantificação do método laboratorial. Quando os valores resultam inferiores ao limite de quantificação, as variáveis apresentam-se em baixíssimas concentrações, ou seja, são valores tão ínfimos que os equipamentos não conseguem indicar a concentração.

Em relação às variáveis que apresentaram desconformidade, além daquelas já exploradas nesse relatório, verificou-se que:

- a) Os coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite de 1.000 NMP/100mL, da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces de classe 2, em 16 das 19 estações de rios por onde a lama de rejeitos proveniente de Fundão passou (APDL). Em relação às lagoas, 3 das 5 estações monitoradas estiveram em desconformidade (L2, L4 e L5). Em todos os reservatórios das usinas hidrelétricas e em todos os tributários fora da APDL os valores ultrapassaram o limite de 1.000 NMP/100mL.
- b) A cor verdadeira ultrapassou o limite da Classe 2 de 75 mg/L em 16 das 19 estações da APDL. Nas lagoas, 4 das 5 estações monitoradas estiveram em desconformidade (L1, L3, L4 e L5). A cor também ultrapassou o limite legislado em 3 dos 4 reservatórios monitorados (UHE Risoleta Neves, UHE Baguari e UHE Mascarenhas) e em 8 dos 9 tributários avaliados.
- c) O cromo total apresentou o valor de 0,071 mg/L na estação R12 (Resplendor/MG), o que supera o limite da classe 2 de 0,050 mg/L. Destaca-se que na referida estação foi observada, durante a amostragem, a ocorrência de obra com retroescavadeira, o que pode ter contribuído para a ressuspensão dos EPTs.
- d) A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou uma desconformidade na estação T3 (rio Gualaxo do Norte, em Mariana/MG), onde resultou no valor de 10 mg/L, superando o limite legislado de 5 mg/L.
- e) O fósforo total apresenta limites diferentes para cada tipo de ambiente: 0,1 mg/L para ambientes lóticos (rios) e 0,05 mg/L para ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias (reservatórios) para ambientes lênticos (lagoas). Nos rios por onde a lama passou, o fósforo esteve em desconformidade em 10 das 19 estações avaliadas. Nas lagoas, a desconformidade ocorreu em 2 das 5 lagoas avaliadas (L4 e L5). Nos reservatórios, o fósforo esteve em desconformidade em 2 estações (UHE Risoleta Neves e UHE Aimorés). Por fim, nos tributários 4 das 9 estações avaliadas superaram o limite legislado.
- f) Desconformidade relativa ao oxigênio dissolvido ocorreu somente na lagoa Areal (L5), na qual atingiu o valor de 0,44 mg/L, que está abaixo do limite mínimo legislado de 5 mg/L.
- g) Os valores de sólidos suspensos totais superaram o limite legislado da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008) de 100 mg/L em 7 das 19 estações monitoradas nos rios da APDL. Além do reservatório da UHE Aimorés e da estação T11 (rio Caratinga).

Tabela 16 – Variáveis monitoradas pelo Lactec na Campanha 04 (fevereiro e março/2020) – Água Doce.

Variáveis que se apresentaram em conformidade com os limites da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005	Quantificadas pelo menos uma vez	Bário total, boro total, cloreto, clorofila-a, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, níquel total, pH, sólidos dissolvidos totais, sulfato total, vanádio total e zinco total
	Não quantificadas	Antimônio, arsênio total, berílio total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobalto total, cobre dissolvido, fenol, mercúrio total, prata total, selênio total e urânio total
Variáveis que apresentaram pelo menos uma desconformidade em relação aos limites da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005	Quantificadas pelo menos uma vez	Alumínio dissolvido, coliformes termotolerantes, cor verdadeira, cromo total, demanda bioquímica de oxigênio, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos totais* e turbidez
Variáveis monitoradas que não são contempladas pela Resolução CONAMA nº 357/2005	Quantificadas pelo menos uma vez	Alcalinidade total, alumínio total, bário dissolvido, boro dissolvido, cálcio dissolvido, cálcio total, carbono orgânico dissolvido, carbono orgânico total, cobre total, coliformes totais, condutividade, demanda química de oxigênio, dureza total, enxofre dissolvido, enxofre total, estanho total, estrôncio dissolvido, estrôncio total, ferro total, fosfato, fósforo dissolvido, magnésio dissolvido, magnésio total, manganês dissolvido, níquel dissolvido, nitrogênio orgânico, nitrogênio total, potássio dissolvido, potássio total, silício dissolvido, silício total, sódio dissolvido, sódio total, sólidos fixos totais, sólidos totais, sólidos voláteis totais, titânio dissolvido e titânio total
	Não quantificadas	Antimônio dissolvido, arsênio dissolvido, berílio dissolvido, bismuto dissolvido, bismuto total, cádmio dissolvido, chumbo dissolvido, cianeto total, cobalto dissolvido, cianeto total, cobalto dissolvido, cromo dissolvido, cromo hexavalente, estanho dissolvido, mercúrio dissolvido, molibdênio dissolvido, molibdênio total, paládio dissolvido, paládio total, platina dissolvida, platina total, prata dissolvida, ródio dissolvido, ródio total, selênio dissolvido, tálio dissolvido, tálio total, telúrio dissolvido, telúrio total, urânio dissolvido, vanádio dissolvido e zinco dissolvido.

*Para os sólidos suspensos totais, o limite utilizado refere-se à Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (MINAS GERAIS, 2008).

5.1.2 MONITORAMENTO FUNDAÇÃO RENOVA: ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS

Nos corpos de água doce em que a lama de rejeitos passou, existem 10 estações automáticas operadas pela Fundação Renova, as quais realizam leituras horárias dos valores de turbidez na água. Duas estão localizadas no rio Gualaxo do Norte, uma no rio do Carmo e as demais no rio Doce, conforme Tabela 17. Ressalta-se que os resultados da estação RDO 16, localizada na foz do rio Doce, serão apresentados no item 5.2, relativo às águas costeiras.

Tabela 17 – Estações de monitoramento automático da Fundação Renova

Estações automáticas da Fundação Renova	Corpo hídrico	Município
RGN 06	rio Gualaxo do Norte	Mariana/MG
RGN 08	rio Gualaxo do Norte	Barra Longa/MG
RCA 02	rio do Carmo	Barra Longa/MG
UMR 01	rio Doce	Rio Doce/MG
RDO 02	rio Doce	Rio Doce/MG
RDO 03	rio Doce	São Domingos do Prata/MG
RDO 04	rio Doce	Bom Jesus do Galho/MG
RDO 05	rio Doce	Belo Oriente/MG
RDO 08	rio Doce	Governador Valadares/MG
RDO 12	rio Doce	Colatina/ES

Foram analisados os dados de nível e de turbidez da água (Figura 173) referentes às leituras realizadas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2020. Os dados foram obtidos a partir da Plataforma Central de Dados (PCD) DualBase, que é uma base online que armazena os dados gerados pelas estações automáticas da Fundação Renova. Nos gráficos estão apresentadas as médias diárias do nível e da turbidez, visto que são realizadas leituras horárias nas estações. Dados de turbidez iguais a zero foram excluídos das análises. Nas estações UMR 01 e RDO 02 não há medição de nível.

É possível notar próximo ao dia 24 de janeiro, a ocorrência de pico mais expressivo no nível da água ao longo das estações em relação aos demais. Esses picos foram acompanhados da elevação da turbidez da água, com valores que chegaram a ultrapassar 1.000 UNT, em alguns locais.

Faz-se importante também mencionar algumas situações que trouxeram prejuízos à geração de dados automáticos. De acordo com o relatório de consistência mensal dos dados físicos e químicos (Janeiro/2020) do Programa de Garantia e Controle de Qualidade - QA/QC (FUNDAÇÃO RENOVA, 2020), a transmissão de dados foi interrompida por conta das chuvas nas estações RDO 02, RDO 03 e RDO 04. A estação UMR-01 (reservatório da UHE Risoleta Neves), não contemplada no relatório supracitado, também apresentou falha de transmissão de seus dados para a plataforma DualBase da Fundação Renova. As datas de interrupção da transmissão da turbidez pelas estações automáticas constam na Tabela 18.

Tabela 18 – Períodos de interrupção de transmissão da variável turbidez.

Estação	Interrupção da transmissão	Retorno da transmissão
UMR-01	25/01/2020	Não houve retorno até o final de março/2020
RDO-02	25/01/2020	19/02/2020
RDO-03	25/01/2020	17/02/2020
RDO-04	25/01/2020	Não houve retorno até o final de março/2020

Outras estações, que não tiveram a transmissão interrompida, apresentaram outros problemas (Tabela 19). Ressalta-se que, no caso da estação RGN 08, apesar de não ter sido reportada interrupção da transmissão, 60% dos dados transmitidos entre fevereiro e março de 2020 foram iguais a zero, e, por isso, foram excluídos da análise.

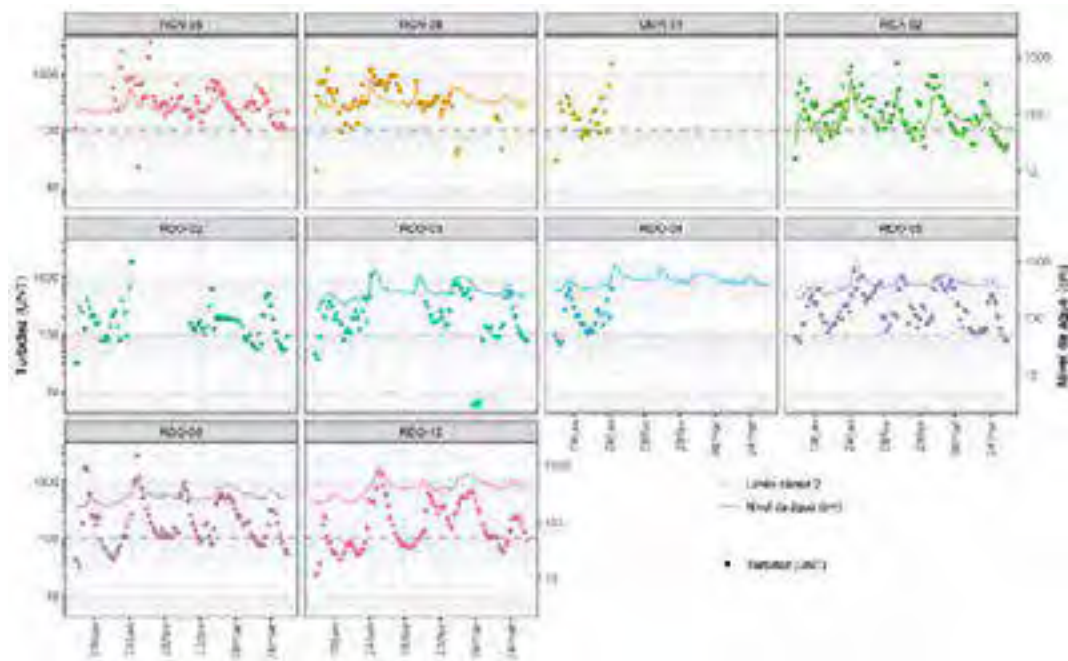
Tabela 19 – Problemas reportados pela Fundação Renova

Estação	Problema reportado pela Fundação Renova (Janeiro/2020)*
RGN 06	Acúmulo de material e danos na tubulação de proteção do turbidímetro
RGN 08	Impossibilidade de manutenção do turbidímetro pela elevação do nível do rio e condição local do fundo móvel
RCA 02	Pier de acesso a estação e sustentação do tubo de proteção foi destruído pelo acúmulo de material
RDO 05	Variações dos resultados provocadas por falhas eletrônicas e obstrução dos sensores.
RDO 08	Danos ao píer de acesso a sonda

* Até a data da elaboração deste relatório, os relatórios do Programa de Garantia e Controle de Qualidade - QA/QC referentes a fevereiro e março ainda não estavam disponíveis.

Destaca-se ainda que não existe procedimento padrão adotado junto à Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água no que tange à análise de consistência de dados automáticos. Para os dados gerados a partir da amostragem manual da água, esse tipo de procedimento já é adotado.

Figura 173 – Médias diárias de turbidez e nível gerados pelas estações automáticas da Fundação Renova entre janeiro e março de 2020.



A Tabela 20 à Tabela 22 apresentam a turbidez máxima registrada (considerando-se os valores médios diários) nas estações automáticas e em que dia isso ocorreu, para os meses de janeiro, fevereiro e março/2020, respectivamente. Também é apresentado o percentual de dias (em relação ao total de dias em que houve medição) em que os valores de turbidez ultrapassaram o limite de 100 UNT, da classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Observa-se que na maior parte do tempo não se teve o atendimento do limite de 100 UNT ao longo das estações no primeiro trimestre de 2020. Em janeiro/2020, o percentual de dias com turbidez acima do limite foi de 76,01%, considerando-se todas as estações da Tabela 20. Em fevereiro/2020, nas estações da Tabela 21, o percentual subiu para 90,05%, lembrando que as estações UMR 01 e RDO 04 deixaram de operar. Em março/2020, considerando-se as estações da Tabela 22, o percentual diminuiu para 73,87%, mas ainda se apresentando como um percentual elevado.

Em janeiro/2020, a turbidez máxima variou de 638,40 a 2.694,39 UNT (Tabela 20) ao longo das estações automáticas; em fevereiro/2020, de 632,38 a 3.462 UNT; e em março/2020, já foram observados máximos menores, variando de 175,43 a 989,07 UNT.

Tabela 20 – Turbidez máxima e número de dias com turbidez acima de 100 UNT para o mês de janeiro/2020.

Janeiro/2020			
Estação Renova	Turbidez máxima registrada (UNT)	Data da turbidez máxima	Percentual de dias com turbidez acima de 100 UNT
RGN 06	2.462,79	21-jan	93,75% (n=16)
RGN 08	1.170,12	6-jan	93,55% (n=31)
UMR 01	1.457,71	25-jan	68,00% (n=25)
RCA 02	1.329,87	25-jan	87,10% (n=31)
RDO 02	1.944,80	25-jan	68,00% (n=25)
RDO 03	1.129,93	25-jan	84,00% (n=25)
RDO 04	638,4	25-jan	84,00% (n=25)
RDO 05	1.264,44	26-jan	90,32% (n=31)
RDO 08	2.694,39	27-jan	61,29% (n=31)
RDO 12	1.424,58	28-jan	38,71% (n=31)

Obs.: Foram considerados os valores médios diários da turbidez, visto que a mesma é medida em modo horário. O “n” é relativo ao número total de dias em que ocorreram medições automáticas.

Tabela 21 – Turbidez máxima e número de dias com turbidez acima de 100 UNT para o mês de fevereiro/2020.

Fevereiro/2020			
Estação Renova	Turbidez máxima registrada (UNT)	Data da turbidez máxima	Percentual de dias com turbidez acima de 100 UNT
RGN 06	3.462,61	2-fev	100,00% (n=29)
RGN 08	976,28	3-fev	100,00% (n=22)
RCA 02	1.486,53	13-fev	82,76% (n=29)
RDO 02	639,63	28-fev	90,91% (n=11)
RDO 03	707,17	29-fev	100,00% (n=13)
RDO 05	999,78	15-fev	100,00% (n=29)
RDO 08	926,07	16-fev	89,66% (n=29)
RDO 12	632,38	18-fev	65,52% (n=29)

Obs.: Foram considerados os valores médios diários da turbidez, visto que a mesma é medida em modo horário. O “n” é relativo ao número total de dias em que ocorreram medições automáticas.

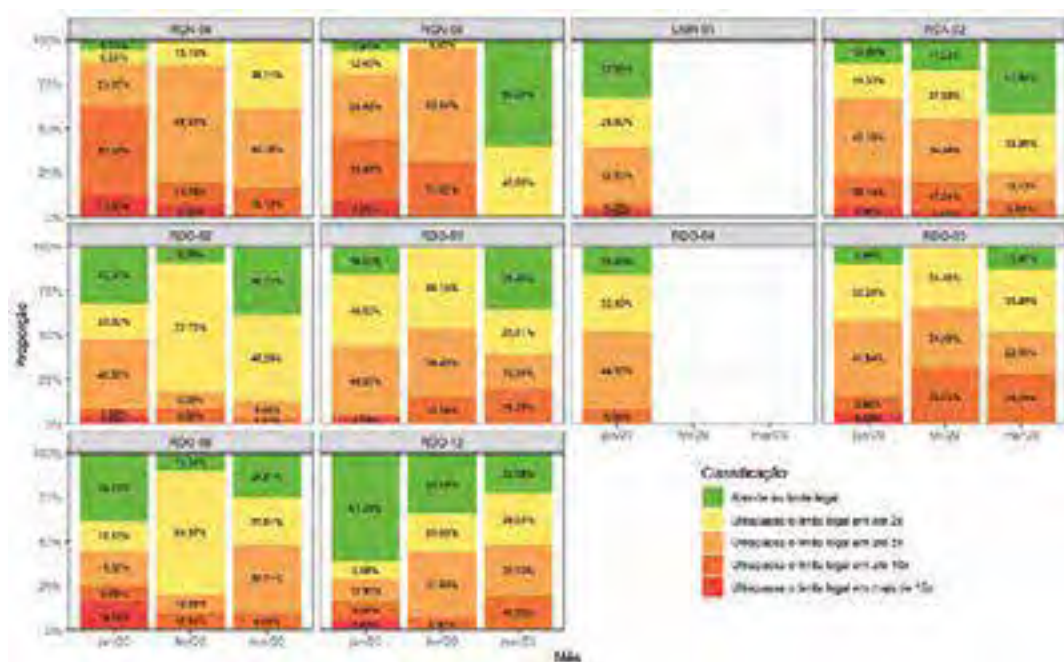
Tabela 22 – Turbidez máxima e número de dias com turbidez acima de 100 UNT para o mês de março/2020.

Março/2020			
Estação Renova	Turbidez máxima registrada (UNT)	Data da turbidez máxima	Percentual de dias com turbidez acima de 100 UNT
RGN 06	683,13	1-mar	100,00% (n=31)
RGN 08	175,43	18-mar	40,00% (n=5)
RCA 02	900,32	1-mar	58,06% (n=31)
RDO 02	516	23-mar	61,29% (n=31)
RDO 03	796,57	1-mar	64,52% (n=31)
RDO 05	989,07	2-mar	87,10% (n=31)
RDO 08	580,27	3-mar	74,19% (n=31)
RDO 12	658,8	7-mar	77,42% (n=31)

Obs.: Foram considerados os valores médios diários da turbidez, visto que a mesma é medida em modo horário. O “n” é relativo ao número total de dias em que ocorreram medições automáticas.

Na Figura 174 são apresentados os percentuais de conformidade da turbidez em relação ao limite de 100 UNT da classe 2, também considerando os valores médios diários. Na estação RGN 06, foram registrados os piores resultados para a turbidez, sendo que em quase todos os dias de janeiro a março, o limite de 100 UNT não foi atendido. Em janeiro/2020, em praticamente todas as estações foram registrados valores que ultrapassaram 1.000 UNT, sendo que na RGN06 (Mariana/MG) isso ocorreu em 12,5% dos dias monitorados e na RDO 08 (Governador Valadares) em 16,13%. Na RGN06 e na RGN08 (Barra Longa/MG), em janeiro/2020, foram ainda registrados muitos valores na faixa entre 500 e 1.000 UNT, 50% e 35,48% dos dias monitorados, respectivamente. Em fevereiro/2020, foram registrados valores de turbidez superiores a 1.000 UNT na RGN 06 (6,90%) e RCA 02 (3,45%) e, na faixa de 500 a 1.000 UNT, em todas as estações com percentuais variando de 6,90% a 31,82%. Em março, de um modo geral, houve melhora na turbidez da água em relação aos meses de janeiro e fevereiro. Exceção se fez para a estação RDO 12 (Colatina/ES), que em março/2020, apresentou uma quantidade menor de valores atendendo ao limite de 100 UNT.

Figura 174 – Percentuais de conformidade da turbidez em relação ao limite de 100 UNT em relação ao total de dias monitorados no mês.



5.2 ÁGUAS COSTEIRAS

As campanhas do Lactec na região costeira ocorreram nos meses de julho/2018, janeiro-fevereiro/2019, agosto-setembro/2019 e março/2020, ao longo de estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, em outros estuários possivelmente afetados pelo desastre (lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu) e na região marinha adjacente à foz do rio Doce.

As estações de monitoramento na região costeira avaliadas pelo Lactec são apresentadas na Tabela 23, juntamente com suas coordenadas geográficas, e a localização pode ser visualizada na Figura 175. As estações C1, C2, C10, L6 e L7 se encontram em ambientes de transição, áreas estuarinas, sendo que a estação C1 e C2 estão localizadas dentro do estuário do rio Doce, a estação C10 no estuário do rio Piraquê-açu e as estações L6 e L7 na lagoa Monsarás, em um canal mais próximo do possível recebimento de águas do rio Doce. As demais estações estão localizadas em ambiente marinho, principalmente nas proximidades da foz do rio Doce, abrangendo até 35 km ao norte da foz do rio Doce, estação C13, e até 50 km ao sul da foz do rio Doce, estação C12, localizada dentro da APA Costa das Algas.

Na Tabela 24 podem ser visualizadas as datas das coletas realizadas em cada estação de monitoramento ao longo das 4 campanhas na região costeira.

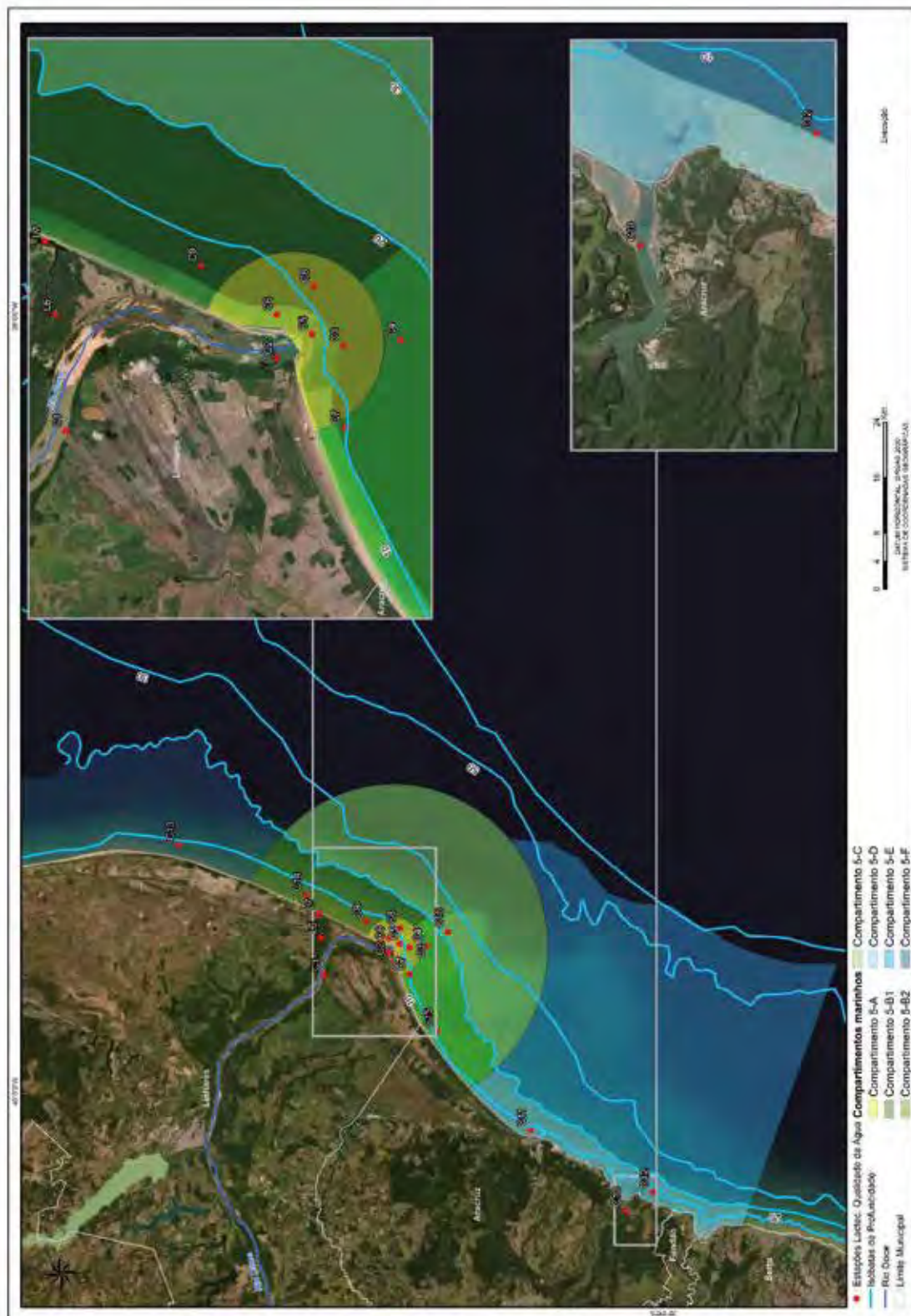
Tabela 23 – Estações de monitoramento em ambientes de água salobra/salina e divisão por compartimentos da região costeira.

Ambiente	Compartimento	Estação de Monitoramento	Longitude	Latitude
Estuarino	4-A (Rio Doce)	C1	-39,8502	-19,5627
		C2	-39,8216	-19,6461
	4-B (Lagoa Monsarás)	L6	-39,8016	-19,5587
		L7	-39,7710	-19,5566
	4-C (Rio Piraquê-açu)	C10	-40,1540	-19,9509
Marinho	5-A (Raio <4 km da foz do rio Doce)	C3	-39,8145	-19,6721
		C5	-39,8096	-19,6597
		C6	-39,8015	-19,6458
		C8	-39,7896	-19,6603
	5-B1 (Raio entre 4 e 22 km ao norte da foz, <20 metros profundidade)	C9	-39,7809	-19,6161
		C14	-39,7470	-19,5387
	5-B2 (Raio entre 4 e 22 km ao sul da foz, <20 metros profundidade)	C4	-39,8122	-19,6947
		C7	-39,8488	-19,6724
		C15	-39,9225	-19,7080
	5-C (Raio entre 4 e 22 km da foz, >20 metros profundidade)	C16	-39,7939	-19,7219
	5-D (mais distante que 22 km ao sul da foz do rio Doce, <20 metros de profundidade)	C11	-40,0505	-19,8285
		C12	-40,1298	-19,9868
	5-F (mais distante que 22 km ao norte da foz do rio Doce, <20 metros de profundidade)	C13	-39,6815	-19,3750

Tabela 24 – Data das campanhas de qualidade da água do Lactec por estação de monitoramento.

Estação LACTEC	jul/2018	jan-fev/2018	ago-set/2019	mar/2020
L6	03/07/2018	30/01/2019	23/08/2019	06/03/2020
L7	-	30/01/2019	23/08/2019	06/03/2020
C1	05/07/2018	11/02/2019	11/09/2019	12/03/2020
C2	05/07/2018	11/02/2019	11/09/2019	12/03/2020
C3	09/07/2018	13/02/2019	10/09/2019	10/03/2020
C4	10/07/2018	13/02/2019	10/09/2019	10/03/2020
C5	09/07/2018	18/02/2019	10/09/2019	16/03/2020
C6	09/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C7	10/07/2018	13/02/2019	10/09/2019	17/03/2020
C8	09/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	17/03/2020
C9	09/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C10	04/07/2018	11/02/2019	11/09/2019	11/03/2020
C11	10/07/2018	12/02/2019	16/09/2019	13/03/2020
C12	11/07/2018	12/02/2019	16/09/2019	13/03/2020
C13	08/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C14	08/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C15	10/07/2018	12/02/2019	13/09/2019	17/03/2020
C16	10/07/2018	13/02/2019	13/09/2019	17/03/2020

Figura 175 – Localização das estações amostrais e dos compartimentos na região costeira.



5.2.1 TURBIDEZ

Em novembro/2015, com a chegada da lama de rejeitos nos ambientes marinhos adjacentes à foz do rio Doce, houve um aumento na concentração de sólidos na água, ocasionando a diminuição da transparência e da luminosidade na coluna da água. O aumento da presença de sólidos em suspensão, em geral, eleva a turbidez da água. A diminuição da transparência da coluna da água faz com que ocorra um aumento de algumas espécies resistentes de fitoplâncton e zooplâncton, enquanto que as espécies mais sensíveis tendem a desaparecer. Estes organismos são o primeiro elo da cadeia trófica, e essa situação pode gerar um efeito cascata na cadeia alimentar, afetando os animais a médio e longo prazo (KENNISH, 2000).

Na Resolução CONAMA nº 357/2005, não existe limite de referência para a turbidez em águas salinas e salobras. Assim, os valores de turbidez obtidos no ano de 2020 foram comparados com valores máximos pré-rompimento e outros limites de referência.

Para o ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce, utilizou-se o valor máximo registrado antes do rompimento de 89 UNT (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2017) e o valor estabelecido por Fabricius (2005) e Lunt e Smee (2014), para os quais valores acima de 30 UNT são capazes de influenciar a fotossíntese e de alterar a estrutura trófica devido à restrição da luminosidade. Nos ambientes estuarinos, considerou-se o máximo pré-rompimento de 480 UNT (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2017) e o terceiro quartil da série histórica pré-desastre 69 UNT.

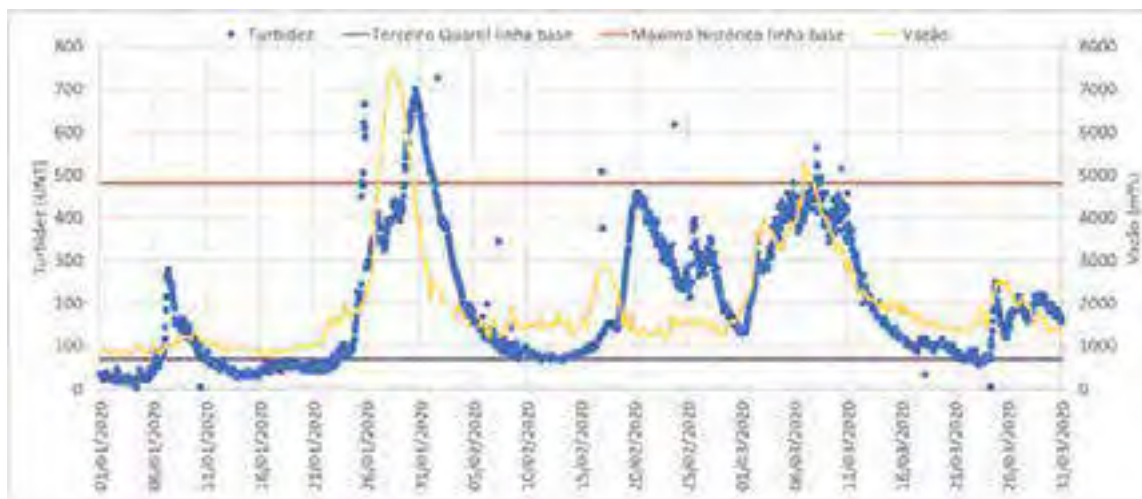
Os resultados também foram comparados ao valor máximo de turbidez registrado após o desastre com o objetivo de avaliar as alterações na qualidade das águas costeiras decorrentes da cheia de 2020 em relação às condições que ocorreram logo após o desastre. Após a chegada da pluma de rejeitos minerários de Fundão na região costeira do Espírito Santo, no estuário do rio Doce os níveis de turbidez atingiram 4.110 NTU e, na região marinha adjacente à foz do rio, atingiram 3.980 UNT.

Com o intuito de caracterizar a variação dos valores de turbidez durante o período da cheia de 2020, são apresentados os dados da estação automática RDO-16 da Fundação Renova na Figura 176, localizada no estuário do rio Doce, próximo à estação C2 do Lactec. Nesta estação automática, os valores de turbidez são registrados continuamente a cada hora. Na Figura 176 também são apresentados os dados de vazão registrados em Colatina/ES (estação de monitoramento 56994510 – Colatina Corpo de Bombeiros), sendo possível visualizar a relação dos dados de vazão e turbidez. De forma geral, é possível verificar que quando ocorre um aumento nas vazões em Colatina/ES, no período seguinte também é registrado um aumento da turbidez no estuário do rio Doce.

Avaliando a Figura 176, notam-se diferentes picos de turbidez ao longo dos meses de janeiro, fevereiro e março de 2020. Os maiores valores de turbidez foram registrados no final de janeiro de 2020, atingindo um máximo de 698 UNT e superando o máximo histórico da linha-base de 480 UNT continuamente entre os dias 29/01/2020 e 01/02/2020, próximo a este período também foram registradas as maiores vazões em Colatina/ES. Além deste pico, verificou-se pelo menos dois outros picos de turbidez no período, um entre 19 e 27 de fevereiro/2020 e outro entre 02 e 11 de março/2020, em ambos os picos foram registrados níveis de turbidez acima dos máximos históricos pré-desastre. O valor de 69 UNT, terceiro quartil da linha-base, foi superado na maior parte do tempo avaliado.

Os valores de turbidez registrados na cheia de 2020 não superaram o máximo registrado após a chegada da pluma de rejeitos minerários de Fundão no estuário do rio Doce, quando foi registrado um valor de turbidez de 4.110 UNT, aproximadamente 6 vezes mais alto ao registrado na cheia de 2020.

Figura 176 – Registros horários de turbidez na estação automática RDO-16 da Fundação Renova e de vazão na estação Colatina Corpo de Bombeiros durante a cheia de 2020.



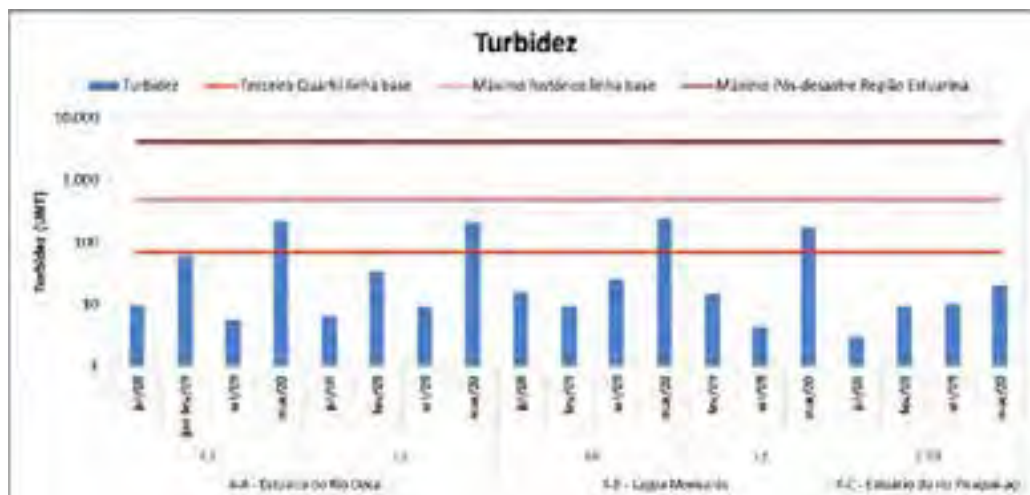
A Campanha 04 do Lactec na região costeira foi realizada em março de 2020. Os resultados de turbidez para as estações localizadas em ambientes estuarinos estão apresentados na Figura 177. A coleta de amostras na Lagoa Monsarás (estações amostrais L6 e L7) foi realizada no dia 06/03/2020 durante um dos picos de vazão e turbidez observados no período e o restante das amostras foram coletadas no final ou após este pico de vazão e turbidez. Ressalta-se que as coletas no estuário do rio Doce (estações amostrais C1 e C2) foram realizadas no dia 12/03/2020, após o registro de níveis de turbidez acima dos máximos históricos na RDO-16/estuário do rio Doce. Desse modo, o pico de vazões e turbidez no final de janeiro de 2020, que foi o mais elevado, não foi monitorado pelo Lactec.

Avaliando os resultados obtidos pelo Lactec nas regiões estuarinas avaliadas (Lagoa Monsarás, estuários do rio Doce e do rio Piraquê-açu), é possível observar um aumento significativo nos níveis de turbidez na Campanha 04 (março/2020) em relação às campanhas anteriores (Figura 177).

Na Campanha 04 (março/2020) na lagoa Monsarás (L6 e L7) foram registrados valores de turbidez de 177 e 238 UNT, significativamente mais altos em relação às campanhas anteriores, evidenciando que a cheia também alterou a qualidade das águas deste corpo hídrico. No estuário do rio Doce (C1 e C2), em março/2020, foram registrados níveis de turbidez de 214 e 219 UNT, superando o terceiro quartil da série histórica pré-desastre (69 UNT), porém ainda ficando abaixo do máximo histórico pré-desastre de 480 UNT. O estuário do rio Piraquê-açu (C10) apresentou valores mais altos em março/2020 em relação às campanhas anteriores, porém com uma diferença bem menor.

Comparando os resultados de turbidez da cheia de 2020 no estuário do rio Doce com os resultados de turbidez registrados nos meses logo após o desastre, entre novembro/2015 e março/2016, é possível verificar que os resultados de turbidez registrados em março/2020 foram menos elevados, visto que no período logo após o desastre foram registrados valores de turbidez de até 4.110 UNT.

Figura 177 – Níveis de turbidez da água nas estações de monitoramento do Lactec localizadas no estuário do rio Doce, do rio Piraquê-açu e na Lagoa Monsarás.



Na região marinha adjacente à foz do rio Doce (Figura 178), compartimento-5-A (raio de 4 km no entorno da foz - Figura 175), os níveis de turbidez normalmente são elevados, próximos ou superando os 30 UNT estabelecidos por Fabricius (2005) e Lunt e Smea (2014), valor capaz de influenciar a fotossíntese e de alterar a estrutura trófica devido à restrição da luminosidade. Neste compartimento, na Campanha 04 (março/2020) os níveis de turbidez superaram 30 UNT nas estações C5, C6 e C8, e, na estação C5, foi superado o máximo histórico pré-desastre atingindo 94 UNT. Neste compartimento, o máximo histórico pré-desastre já tinha sido superado anteriormente na Campanha de fevereiro/2019, porém na medição realizada próximo ao fundo, onde os níveis de turbidez podem ser mais elevados devido à ressuspensão do material depositado no leito marinho.

Nos outros compartimentos do ambiente marinho costeiro (Figura 179 e Figura 180), os níveis de turbidez não ultrapassaram as referências bibliográficas citadas ou os máximos históricos pré-desastre, apresentando valores até menos elevados do que nas campanhas anteriores. Ressalta-se que devido ao aumento dos níveis de turbidez e da vazão do rio Doce espera-se que a região marinha tenha sido afetada pela cheia quanto a um aumento dos níveis de turbidez, entretanto as coletas podem não ter sido realizadas em momentos de maior dispersão da pluma do rio Doce, não registrando níveis mais elevados. Além disso, a turbidez das águas de fundo é afetada pela ressuspensão do material depositado na foz, em um próximo evento meteoceanográfico mais relevante, como por exemplo a entrada de uma frente fria com ondas de alta energia, poderão ser registrados níveis de turbidez elevados devido à deposição do material oriundo da cheia de 2020.

Figura 178 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

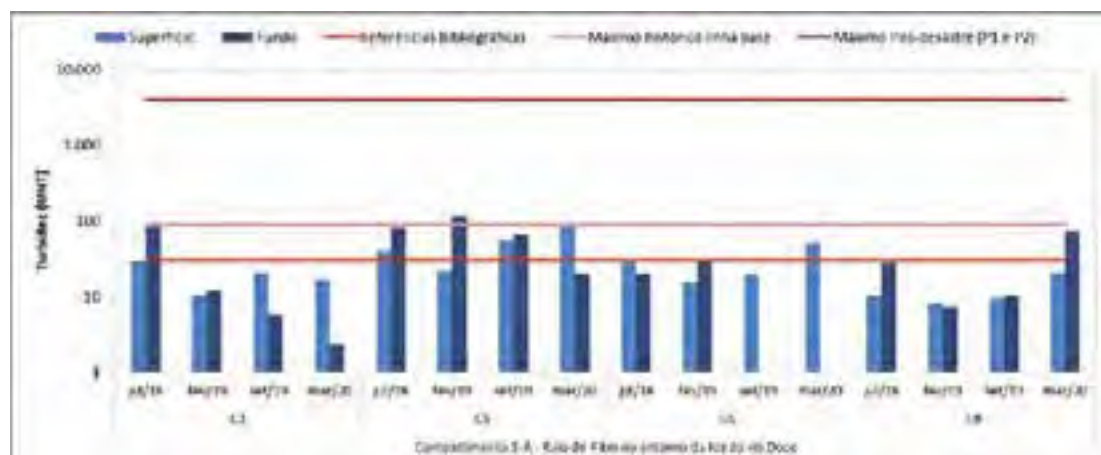


Figura 179 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

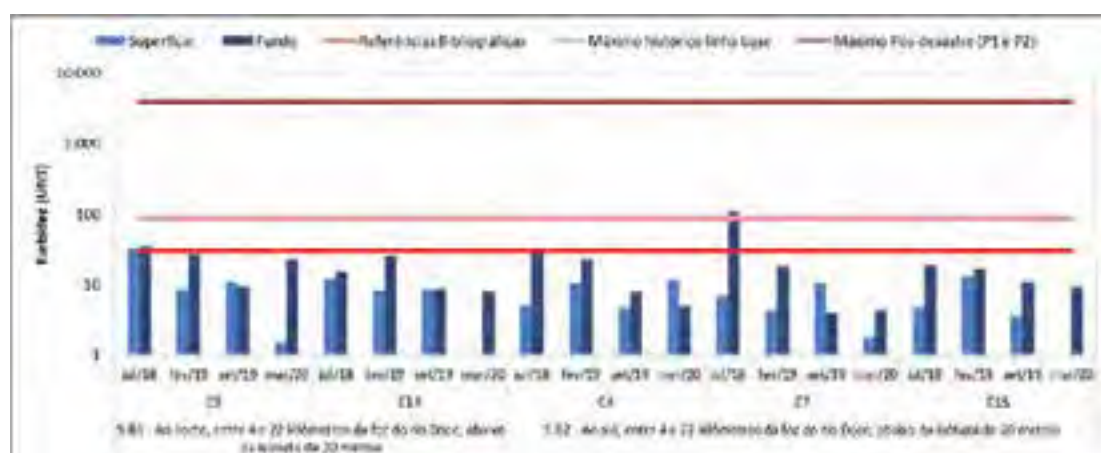


Figura 180 – Valores de turbidez medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



5.2.2 ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Da mesma forma que no ambiente continental aquático, em virtude da composição do rejeito de Fundão, deu-se destaque às avaliações das concentrações de alumínio, ferro e manganês na água, nas formas contempladas pela Resolução CONAMA nº357/2005. Cabe destacar que os elementos arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio, de maior periculosidade, tanto em sua fração dissolvida como em seu total, estiveram abaixo do limite de quantificação do método na Campanha 04 (março/2020).

a) Alumínio Dissolvido

Com a chegada da pluma de rejeitos minerários de Fundão na zona costeira, em novembro/2015, foram registrados valores significativamente elevados de alumínio dissolvido nas águas do estuário do rio Doce e posteriormente nos diferentes subcompartimentos marinhos avaliados, que superaram os limites da classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e os máximos históricos pré-rompimento.

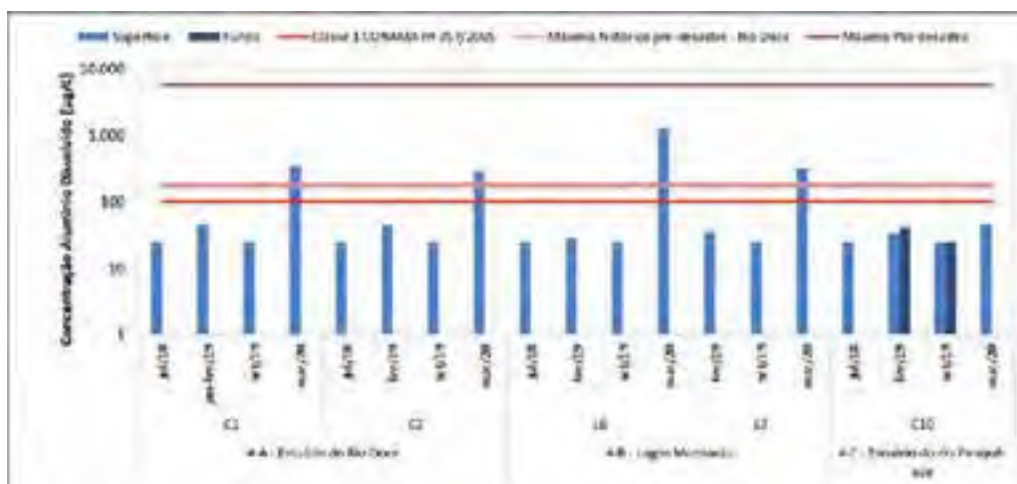
Os dados de alumínio dissolvido referentes à Campanha 04 do Lactec (março/2020) foram comparados com o valor máximo histórico pré-desastre da variável registrado na região marinha adjacente à foz do rio Doce (0,201 mg/L) e no estuário do rio Doce (0,177 mg/L), com o limite da classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas (1,5 mg/L) e salobras (0,1 mg/L). Ressalta-se que o valor máximo de alumínio dissolvido registrado no período pré-desastre na região marinha adjacente à foz do rio Doce é bastante reduzido quando comparado ao limite legislado, o que possivelmente está relacionado a um baixo número de observações para este parâmetro nesta região, local onde se espera encontrar maiores concentrações de alumínio devido ao aporte continental, principalmente em períodos de cheia.

No intuito de avaliar as alterações na qualidade das águas decorrentes da cheia de 2020 em relação as condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados a concentração máxima de alumínio dissolvido atingida após o desastre. No estuário do rio Doce, as concentrações de alumínio dissolvido atingiram um máximo de 5,63 mg/L e na região marinha um máximo de 9,67 mg/L, entre novembro/2015 e dezembro/2016.

Na Campanha 04 (março/2020), Figura 181, nas regiões estuarinas avaliadas (estuário do rio Doce, do rio Piraquê-açu e Lagoa Monsarás), foram constatadas concentrações elevadas de alumínio dissolvido no estuário do rio Doce (C1 e C2), com valor de 0,348 mg/L, o qual superou o limites da classe 1 da Resolução Conama nº 357/2005 e a concentração máxima do período pré-desastre. As concentrações de alumínio dissolvido na Campanha 04 não chegaram a atingir os níveis máximos logo após o rompimento, mas do mesmo modo foram elevadas. Na lagoa Monsarás (L6 e L7), na Campanha 04, também foram constatadas concentrações elevadas, que superaram em 12 vezes o limite da norma citada. Devido à falta de dados pretéritos para a lagoa não foi possível comparar os resultados com os máximos históricos. Já o estuário do rio Piraquê (C11) apresentou resultados em conformidade com os limites da classe 1 da Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Comparando as concentrações de alumínio dissolvido da Campanha 04 com as campanhas anteriores, é possível verificar uma diferença significativa no estuário do rio Doce e na Lagoa Monsarás. As três primeiras campanhas apresentaram resultados abaixo do limite de referência e durante a Campanha 04 os resultados superaram o limite no estuário do rio Doce e na Lagoa Monsarás, evidenciando que a qualidade da água nestes ambientes ainda está suscetível a alterações durante períodos de cheia intensa.

Figura 181 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).



As concentrações de alumínio dissolvido registradas nas campanhas do Lactec na região marinha adjacente à foz do rio Doce são apresentadas na Figura 182, Figura 183 e Figura 184. Durante a cheia de 2020, na Campanha 04 do Lactec não foram verificadas concentrações de alumínio dissolvido que ultrapassaram os limites de referência utilizados (máximo histórico pré-desastre e classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas). As concentrações de alumínio dissolvido neste período foram similares às concentrações das campanhas anteriores do Lactec, com algumas estações de monitoramento (C11, C14 e C15) indicando concentrações um pouco mais elevadas na Campanha 04,

principalmente os pontos localizados nos subcompartimentos 5-B1 e 5-B2. Ainda, as concentrações registradas foram significativamente abaixo das registradas no período logo após o desastre, podendo indicar que os efeitos desta cheia quanto as alterações das concentrações de alumínio dissolvido não se aproximaram das alterações ocasionadas pelo desastre.

Devido as alterações nas concentrações de alumínio dissolvido verificadas no rio Doce e no seu estuário espera-se que a região marinha tenha sido afetada pela cheia quanto a um aumento nas concentrações de alumínio dissolvido, entretanto a coleta do Lactec pode não ter sido realizada em um momento de maior dispersão da pluma do rio Doce, não registrando concentrações mais elevadas. Além disso, conforme apresentado no gráfico da Figura 176, as maiores vazões em Colatina/ES e os níveis de turbidez mais altos no estuário do rio Doce foram registrados no final de janeiro/2020, período no qual as concentrações de alumínio dissolvido podem ter atingidos níveis mais elevados do que os registrados na Campanha 04 do Lactec.

Figura 182 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

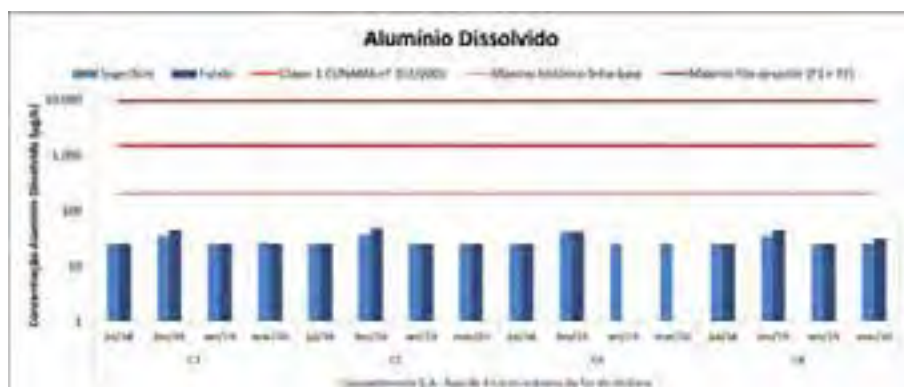


Figura 183 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

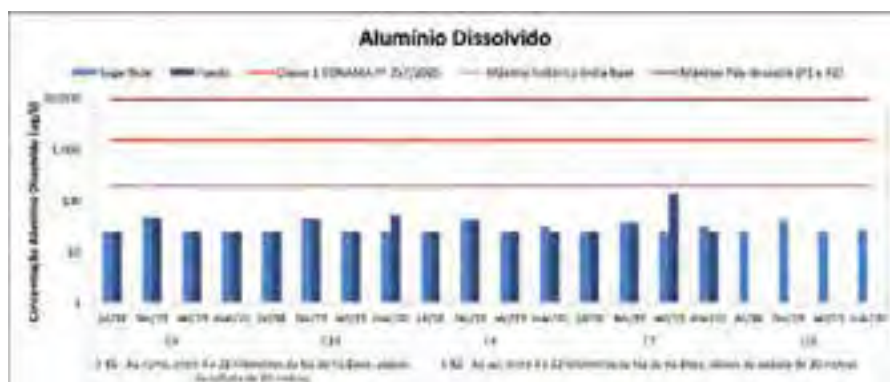


Figura 184 – Valores de alumínio dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



b) Ferro dissolvido

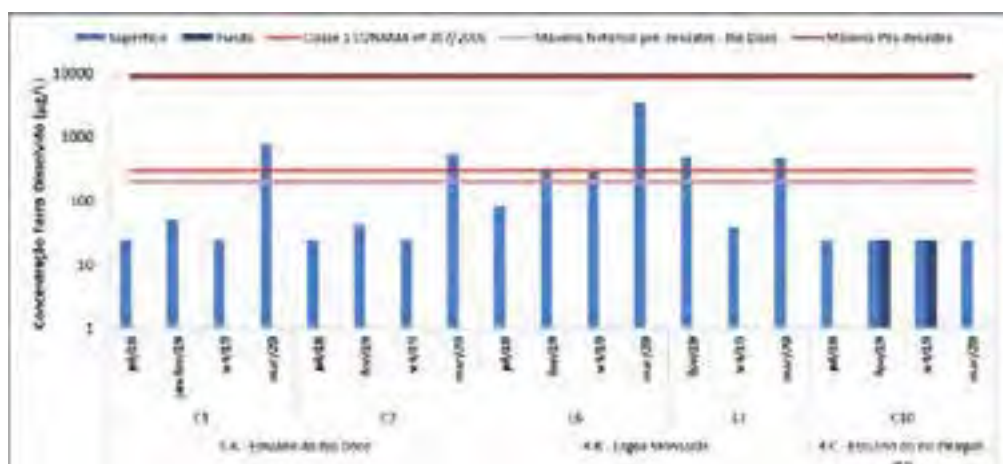
Após o rompimento da barragem de Fundão, com a chegada da pluma de rejeitos na zona costeira, foram registrados valores elevados de ferro dissolvido nas águas do estuário do rio Doce e na região marinha adjacente à foz do rio Doce. Os ecossistemas podem ser afetados pelo excesso desse elemento. Os efeitos diretos e indiretos combinados da contaminação por ferro diminuem a diversidade e abundância de espécies de perifíton, invertebrados bentônicos e peixes (VUORI, 1995).

As concentrações de ferro dissolvido neste relatório foram comparadas com o valor máximo histórico pré-desastre da variável registrado na região marinha adjacente à foz do rio Doce (0,363 mg/L) e no estuário do rio Doce (0,202 mg/L), e com o limite da classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas e salobras (0,3 mg/L). No intuito de avaliar as alterações na qualidade das águas decorrentes da cheia de 2020 em relação às condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados à concentração máxima de ferro dissolvido atingida após o desastre. No estuário do rio Doce, as concentrações de ferro dissolvido atingiram 9,08 mg/L e na região marinha adjacente à foz do rio atingiram 79,1 mg/L, entre novembro/2015 e dezembro/2016.

Na Campanha 04 (março/2020), foram constatadas concentrações elevadas de ferro dissolvido no estuário do rio Doce (C1 e C2), chegando a 0,767 mg/L, valor este que superou o limite da classe 1 da Resolução Conama nº 357/2005 em mais de duas vezes e a concentração máxima registrada no período pré-desastre em mais de três vezes (Figura 185). As concentrações de ferro dissolvido na Campanha 04 não atingiram a mesma magnitude das concentrações ocorridas logo após o rompimento de Fundão e chegada da pluma à região costeira do Espírito Santo, contudo, mesmo assim foram elevadas. Na lagoa Monsarás (L6 e L7), na Campanha 04, também foram constadas concentrações elevadas (3,514 mg/L) que superaram em 12 vezes o limite da legislação citada. Devido à falta de dados pretéritos para a lagoa não foi possível comparar os resultados com os máximos históricos pré-rompimento. Já o estuário do rio Piraquê (C11) apresentou resultado em conformidade com o limite da classe 1 da Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Comparando as concentrações de ferro dissolvido da Campanha 04 com as campanhas anteriores, é possível verificar diferenças significativas. As três primeiras campanhas apresentaram resultados abaixo do limite legislado e, na Campanha 04, esse limite foi superado no estuário do rio Doce (C1 e C2) e na Lagoa Monsarás (L6 e L7), evidenciando que a qualidade da água nestes ambientes ainda está suscetível a alterações durante períodos de cheia intensa quanto às concentrações de ferro dissolvido.

Figura 185 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).



As concentrações de ferro dissolvido registradas nas campanhas do Lactec na região marinha adjacente à foz do rio Doce são apresentadas na Figura 186, Figura 187 e Figura 188. Na Campanha 04 do Lactec, não foram verificadas concentrações de ferro dissolvido que ultrapassaram os limites de referência utilizados (máximo histórico pré-desastre e classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas). Nessa região, as concentrações de ferro dissolvido neste período foram similares às concentrações das campanhas anteriores do Lactec, com apenas a estação de monitoramento C5 no compartimento 5-A indicando concentrações um pouco mais elevadas na Campanha 04. As concentrações registradas na Campanha 04 foram significativamente menores do que as registradas no período logo após o rompimento.

Devido às alterações nas concentrações de ferro dissolvido verificadas no rio Doce e no seu estuário, espera-se que a região marinha tenha sido afetada pela cheia quanto a um aumento nas concentrações de ferro dissolvido, entretanto, a coleta do Lactec foi realizada somente em março/2020, de modo que não abrangeu o pico da cheia no final de janeiro/2020. Possivelmente em janeiro/2020, as concentrações de ferro dissolvido podem ter atingido níveis mais elevados do que os registrados na Campanha 04 do Lactec.

Figura 188 – Valores de ferro dissolvido medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



c) Manganês total

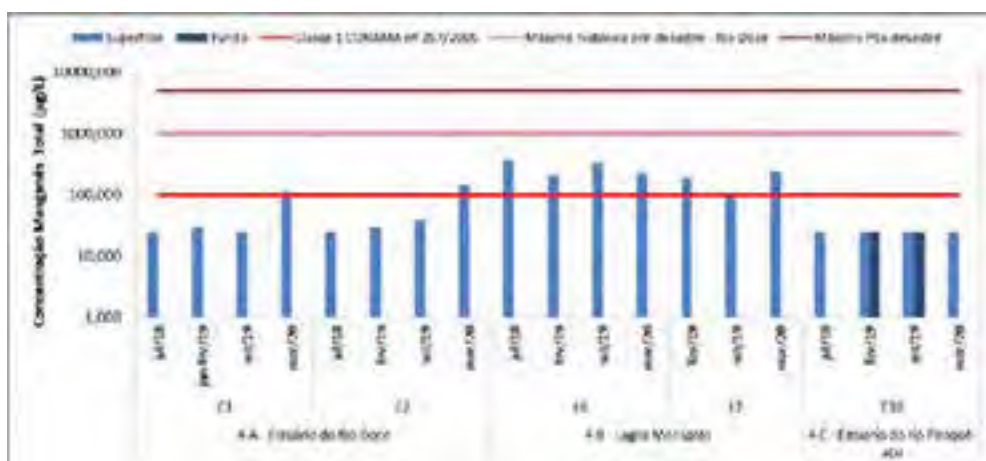
O manganês foi um dos elementos potencialmente tóxicos que mais se destacou entre os demais na análise dos rejeitos de mineração do Complexo de Germano realizada pelo Lactec (LACTEC, 2018). Com a chegada da pluma de rejeitos na zona costeira, foram registrados valores elevados deste EPT nas águas do estuário do rio Doce e posteriormente nos diferentes subcompartimentos marinhos avaliados.

As concentrações de manganês total foram comparadas com o valor máximo histórico pré-rompimento registrado na região marinha adjacente à foz do rio Doce (0,077 mg/L) e no estuário do rio Doce (0,983 mg/L) e com o limite da classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas e salobras (0,1 mg/L). No intuito de avaliar as alterações na qualidade das águas costeiras decorrentes da cheia de 2020 em relação às condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados com a concentração máxima de manganês total atingida após o rompimento. No estuário do rio Doce, as concentrações de manganês total atingiram 5,07 mg/L e na região marinha adjacente à foz do rio atingiram 1.364,8 mg/L, entre novembro/2015 e dezembro/2016.

No estuário do rio Doce (C1 e C2), foram constatadas concentrações mais elevadas de manganês total (0,767 mg/L) na Campanha 04 (março/2020) em relação às campanhas anteriores, chegando a superar o limite da classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 em mais de três vezes, entretanto, não superou a concentração máxima registrada no período pré-desastre (Figura 189). Apesar de elevadas, as concentrações de manganês total na Campanha 04 também não atingiram a concentração máxima registrada logo após o rompimento de Fundão. Na lagoa Monsarás (L6 e L7), na Campanha 04, também foram constatadas concentrações elevadas (3,514 mg/L) que superaram em 2 vezes o limite da norma citada. Devido à falta de dados pretéritos para a lagoa não foi possível comparar os resultados com os máximos históricos. Já o estuário do rio Piraquê (C11) apresentou resultado em conformidade com o limite da classe 1 da Resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas salobras na Campanha 04.

Comparando as concentrações de manganês total da Campanha 04 com as campanhas anteriores, é possível verificar diferenças relevantes apenas no estuário do rio Doce. As três primeiras campanhas do Lactec no estuário do rio Doce apresentaram resultados abaixo do limite da classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 e, na Campanha 04, esse limite foi superado, evidenciando que a qualidade da água nestes ambientes ainda está suscetível a alterações durante períodos de cheia intensa quanto a esta variável. Na lagoa Monsarás (L6 e L7), apesar de os resultados da quarta Campanha superarem o limite da norma citada, os resultados das campanhas anteriores também superaram este limite, apresentando concentrações similares às da Campanha 04. Para o estuário do rio Piraquê-açu, todas as campanhas apresentaram concentrações de manganês abaixo do limite de quantificação utilizado nas análises.

Figura 189 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).



Na região marinha adjacente à foz do rio Doce (Figura 190, Figura 191 e Figura 192), na Campanha 04, não foram verificadas concentrações de manganês total que ultrapassaram a classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas e o máximo histórico pré-desastre. As concentrações de manganês total neste período foram similares às concentrações das campanhas anteriores do Lactec, entretanto foi registrado um aumento em alguns pontos de monitoramento próximos à foz do rio Doce (C5 e C11) em amostras de águas de superfície, algo que ainda não tinha sido registrado anteriormente. As concentrações registradas foram inferiores às aquelas constatadas no período logo após o rompimento.

Visto que foram verificadas alterações nas concentrações de manganês total no rio Doce e no seu estuário, espera-se que a região marinha tenha sido afetada pela cheia quanto a um aumento nas concentrações deste elemento, entretanto, a coleta da Campanha 04 do Lactec foi realizada em março/2020, sendo que o pico da cheia foi registrado no final de janeiro/2020. Desse modo, possivelmente tenham ocorrido concentrações de manganês total ainda mais elevadas do que as registradas na Campanha 04 do Lactec.

Figura 190 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, referência bibliográfica e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 191 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 192 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-E, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, classe 1 da Resolução CONAMA Nº257/2005 e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



5.2.3 PANORAMA GERAL DA CAMPANHA 04 (MARÇO/2020)

No presente documento, deu-se prioridade à discussão dos resultados de turbidez e concentrações de alumínio, ferro e manganês na água dada sua relação com o rejeito.

O Lactec realiza o acompanhamento de um conjunto muito mais amplo de variáveis de qualidade de água em suas campanhas de monitoramento. Desse modo, esse item visa apresentar de modo resumido um panorama geral sobre os resultados obtidos nas amostragens realizadas em março/2020 (Campanha 04) na região costeira adjacente à foz do rio Doce.

Todas as variáveis de qualidade de água monitoradas pelo Lactec na Campanha 04 (fevereiro e março/2020) estão listadas na Tabela 25. As variáveis foram agrupadas de acordo com os resultados obtidos, nesse caso, se apresentaram ou não desconformidades em relação aos limites da classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salinas ou salobras. Além disso, foram indicadas as variáveis que não são contempladas pela referida resolução.

Dentro desses conjuntos, há resultados que foram quantificados ou que se apresentaram inferiores ao limite de quantificação do método laboratorial. Quando os valores resultam inferiores ao limite de quantificação, as variáveis apresentam-se em baixíssimas concentrações, ou seja, são valores tão ínfimos que os equipamentos não conseguem indicar a concentração.

Em relação às variáveis que apresentaram desconformidade, além daquelas já exploradas nesse relatório, verificou-se que:

- a) O boro total superou o limite de 5 mg/L da classe 1 para águas salinas da Resolução CONAMA nº 357/2005 em amostras das águas de fundo do compartimento 5-B2 (C4, C7 e C15) e 5-D (C12), ambos ao sul da foz do rio Doce.
- b) O Carbono Orgânico Total (COT) apresentou desconformidades em todas as 16 estações amostrais localizadas na zona costeira, superando o limite legislado de 3 mg/L nos estuários e na região marinha avaliada.
- c) Os coliformes termotolerantes ultrapassaram o limite de 1.000 NMP/100 mL, da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salinas e salobras de classe 1, em 3 das 13 estações na região marinha estudada, sendo duas estações localizadas no compartimento mais próximo a foz do rio Doce (5-A) e outra no compartimento 5-C em águas de maior profundidade. Em relação aos estuários, uma estação no estuário do rio Doce e as duas estações da lagoa Monsarás estiveram em desconformidade (C1, L6 e L7). Apenas o estuário do rio Piraquê-açu não apresentou desconformidades para esta variável.
- d) O fósforo total apresenta limites diferentes para águas salinas e salobras: 0,124 mg/L para águas salobras (estuários) e 0,062 mg/L para águas salinas (região marinha). Na região marinha 10 das 13 estações amostrais apresentaram concentrações em desconformidade com a classe 1. Nas áreas estuarinas, todos estuários apresentaram concentrações de fósforo em desconformidade com a classe 1, entretanto um dos pontos na lagoa Monsarás (L6) apresentou concentrações de fósforo abaixo do limite de 0,124 mg/L.
- e) O fosfato também apresenta limites diferentes para águas salinas e salobras: 0,062 mg/L para águas salobras (estuários) e 0,031 mg/L para águas salinas (região marinha). Na zona costeira apenas as estações amostrais L6 e L7, localizadas na lagoa Monsarás, apresentaram concentrações superiores ao limite da classe 1 para águas salobras.
- f) Em março de 2020, as concentrações de zinco total ultrapassaram o máximo histórico pré-desastre e a classe 1 da Resolução CONAMA Nº357/2005 para águas salinas (0,09 mg/L) apenas na estação de monitoramento C5, localizada no compartimento 5-A, a menos de 4 km da foz do rio Doce, atingindo uma concentração de 0,115 mg/L. Nas campanhas anteriores, já tinham sido registradas concentrações de zinco total nas águas marinhas do entorno da foz do rio Doce nos mesmos níveis dos registrados na Campanha 04 no ponto C5.

Tabela 25 – Variáveis monitoradas pelo Lactec na Campanha 04 (março/2020) – Águas Salobras/Salinas.

Variáveis que se apresentaram em conformidade com os limites da classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005	Quantificadas pelo menos uma vez	Bário total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, OD, pH
	Não quantificadas	Arsênio total, berílio total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobalto total, cobre dissolvido, fenol mercúrio total, níquel total, prata total, selênio total, tálio total, urânio total.
Variáveis que apresentaram pelo menos uma desconformidade em relação aos limites da classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005	Quantificadas pelo menos uma vez	Alumínio dissolvido, boro total, carbono orgânico total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, fosfato, fósforo total, manganês total, zinco total.
Variáveis monitoradas que não são contempladas pela Resolução CONAMA nº 357/2005	Quantificadas pelo menos uma vez	Alumínio total, bário dissolvido, boro dissolvido, cálcio dissolvido, cálcio Total, carbono orgânico dissolvido, cloreto, clorofila, cobre total, coliformes totais, condutividade, cor verdadeira, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, dureza total, enxofre dissolvido, enxofre total, estanho total, estrôncio dissolvido, estrôncio total, ferro total, fósforo dissolvido, magnésio dissolvido, magnésio total, manganês dissolvido, nitrogênio orgânico total, nitrogênio total, potássio dissolvido, potássio total, salinidade, silício total, sódio dissolvido, sódio total, sólidos fixos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, sólidos voláteis totais, sulfato total, turbidez, zinco dissolvido.
	Não quantificadas	Antimônio, antimônio dissolvido, arsênio dissolvido, berílio dissolvido, bismuto dissolvido, bismuto total, cádmio dissolvido, chumbo dissolvido, cianeto total, cobalto dissolvido, cromo dissolvido, cromo hexavalente, cromo trivalente, estanho dissolvido, mercúrio dissolvido, molibdênio dissolvido, molibdênio total, níquel dissolvido, paládio dissolvido, paládio total, platina dissolvida, platina total, prata dissolvida, ródio dissolvido, ródio total, selênio dissolvido, silício dissolvido, tálio dissolvido, telúrio dissolvido, telúrio total, titânio dissolvido, titânio total, urânio dissolvido, vanádio dissolvido, vanádio total.

5.3 ANÁLISE DAS PARCELAS DISSOLVIDAS E SUSPENSAS DOS EPTS

Os metais na água podem estar sob sua forma dissolvida, coloidal e/ou particulada. O metal dissolvido é definido como a fração do composto que passa por um filtro de 0,45 micrometros, já o particulado como a fração total do metal menos a fração dissolvida (JI, 2008). A fração coloidal é contabilizada juntamente com a fase dissolvida, uma vez que suas partículas são da ordem de nanômetros até poucos micrometros, passando através da membrana de filtração. Os metais em fase dissolvida movem-se livremente em um corpo de água, enquanto que em fase particulada são frequentemente absorvidos e transportados com sedimentos, bem como ressuspensos (JI, 2008).

As análises dos elementos potencialmente tóxicos pelos laboratórios contratados foram realizadas visando a avaliação da fração dissolvida dos elementos, bem como seu total. Apesar de não se quantificar diretamente a fração suspensa (particulada), pode-se dizer que a diferença entre a concentração total e a dissolvida é equivalente à fração suspensa do elemento na água.

A Figura 193 à Figura 197 apresentam o total quantificado dos elementos ferro, manganês e alumínio e suas respectivas frações dissolvidas para cada ambiente avaliado.

Entre as estações da APDL (Figura 193), o maior valor de alumínio total foi de 25,22 mg/L, ocorrido na Campanha 04 na estação R12 (Resplendor/MG). Desse valor, apenas 1,3 mg/L estava na fração dissolvida. Isso indica que 95% do alumínio estava na sua forma suspensa nessa estação. Essa tendência se verificou na maior parte das estações de monitoramento. A título de comparação, o limite para o alumínio dissolvido para rios de classe 2 é de 0,1 mg/L na Resolução CONAMA nº357/2005. A forma total não é legislada.

Nessa mesma estação, o ferro total resultou em 54,67 mg/L, enquanto sua parcela dissolvida foi de 0,485 mg/L, ou seja, apenas 0,9% do total. O limite da classe 2 para o ferro dissolvido é de 0,3 mg/L para fins de comparação, sendo que a forma total não é contemplada pela norma. Destaca-se que, na referida estação de monitoramento, foi observada, durante a amostragem, a ocorrência de obra com retroescavadeira, o que pode ter contribuído para a ressuspensão dos EPTs.

O manganês total teve seu maior valor (0,628 mg/L) na estação T3 (rio Gualaxo do Norte, em Mariana/MG). A parcela dissolvida, de 0,062 mg/L representou aproximadamente 10% do total. O limite da classe 2 para o manganês total é de 0,1 mg/L, para a parcela dissolvida não existe limite de referência.

Entre as estações que não fizeram parte do trajeto da lama (Figura 194), o maior valor de alumínio total encontrado foi de 4,874 mg/L na estação T11 (Rio Caratinga, Conselheiro Pena/MG), sendo que 97% deste estava em sua parcela suspensa. A referida estação também apresentou o maior valor de ferro total (8,078 mg/L), sendo que 95% dessa concentração estava na forma suspensa. Em relação ao manganês, a estação que apresentou a maior concentração foi de 0,510 mg/L em T2 (Rio Gualaxo do Norte, Camargo/MG), 72% dessa concentração estava na fração suspensa.

Nos reservatórios das usinas hidrelétricas (Figura 195), as maiores concentrações de alumínio total e ferro total (10,950 mg/L e 18,090 mg/L, respectivamente) ocorreram no reservatório da UHE Mascarenhas, enquanto a maior concentração de manganês total ocorreu na UHE Risoleta Neves (0,191 mg/L). Na quarta campanha, a fração suspensa prevaleceu em relação à fração dissolvida nos reservatórios das UHE Risoleta Neves, Aimorés e Baguari.

Nas lagoas do Espírito Santo (Figura 196), o efeito da cheia de janeiro de 2020 foi verificado apenas nas lagoas Areão e Areal (L4 e L5, respectivamente), sendo que a L4 apresentou a maior concentração de alumínio total comparada com as demais lagoas (3,886 mg/L) e a L5 apresentou as maiores concentrações de ferro total e manganês total (9,645 mg/L e 0,187 mg/L, respectivamente).

Na região costeira e estuarina (Figura 197), as maiores concentrações de metais totais ocorreram nas estações do estuário do rio Doce (C1 e C2) durante a Campanha 04. Na estação C2, foz do rio Doce, foram registrados os valores de 11,520 mg/L de alumínio total, 15,21 mg/L de ferro total e 0,145 mg/L de manganês total, sendo que a parcela suspensa prevaleceu em relação à dissolvida. Nas estações C4,

C6, C8, C10 e C11, observou-se que as concentrações de alumínio total e ferro total aumentaram na Campanha 04.

Ao se realizar a comparação entre as diferentes campanhas, observa-se que, na maior parte das estações, os picos das concentrações dos metais totais avaliados ocorreram na Campanha 04 (fevereiro-março/2020).

Na legislação de água bruta brasileira, não há valor de referência para o ferro total e alumínio total, apenas para suas frações dissolvidas. As frações dissolvidas são mais tóxicas e assimiladas pelo ambiente mais facilmente (USEPA, 1993; JI, 2008). Entretanto, esses metais podem apresentar toxicidade para os ambientes mesmo em sua forma suspensa, pois afetam diretamente a flora e a fauna da região, já que são fortemente influenciados pela quantidade de matéria orgânica, podendo ser frequentemente absorvidos pela alimentação/respiração das espécies presentes e transportados com sedimentos, bem como ressuspensos.

A transformação da forma de um metal para outra está ligada às condições ambientais, que afetam significativamente a solubilidade do metal (JI, 2008). A ocorrência de cheias pode ser capaz de adicionar matéria orgânica aos rios, com a ressuspensão de partículas, e ser uma das possíveis causas de haver uma maior quantidade de metais na fase particulada.

Figura 193 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs para as estações de monitoramento localizadas na APDL.

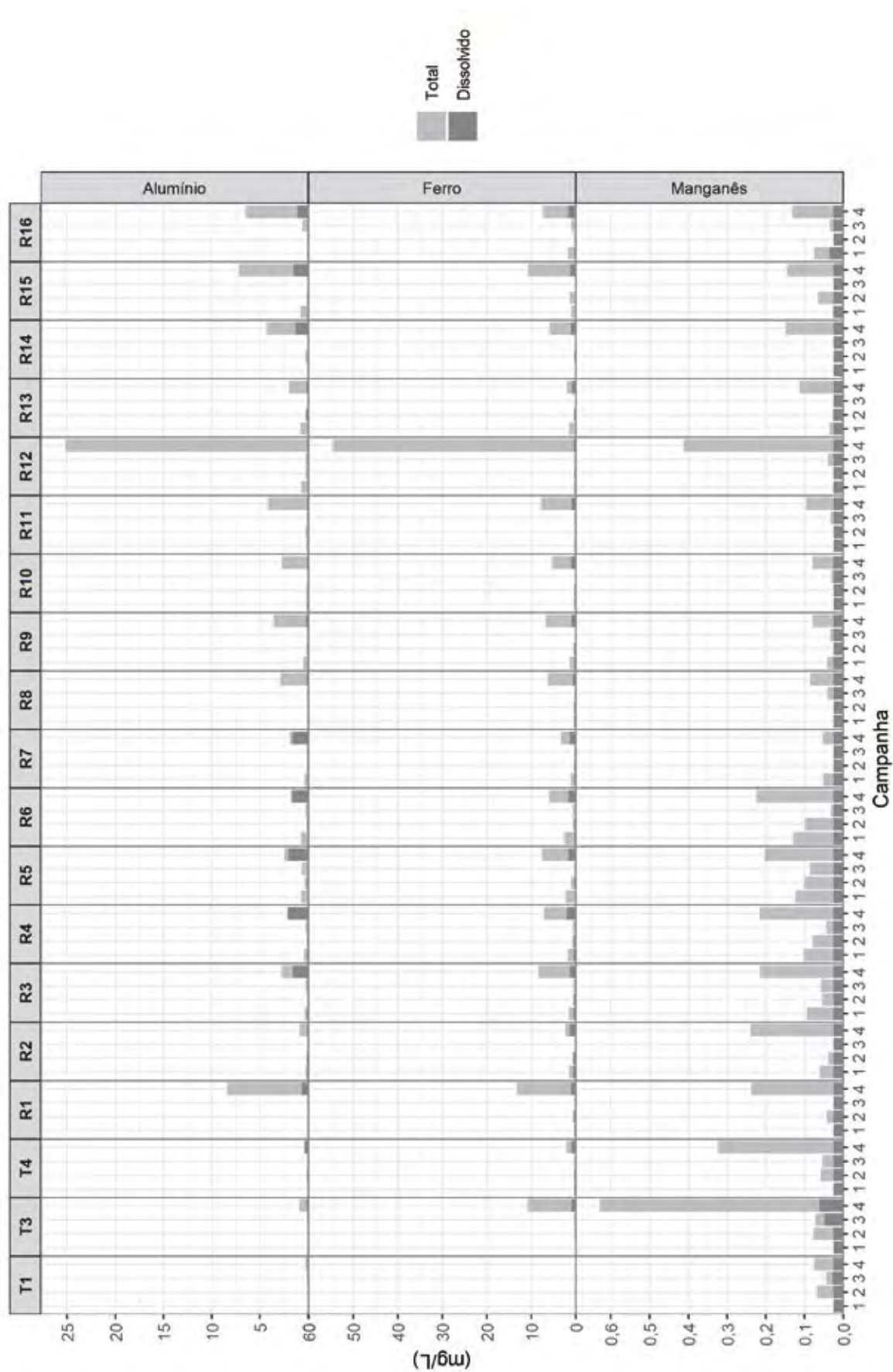


Figura 194 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs para as estações de monitoramento localizadas em tributários que não fizeram parte do trajeto da lama.

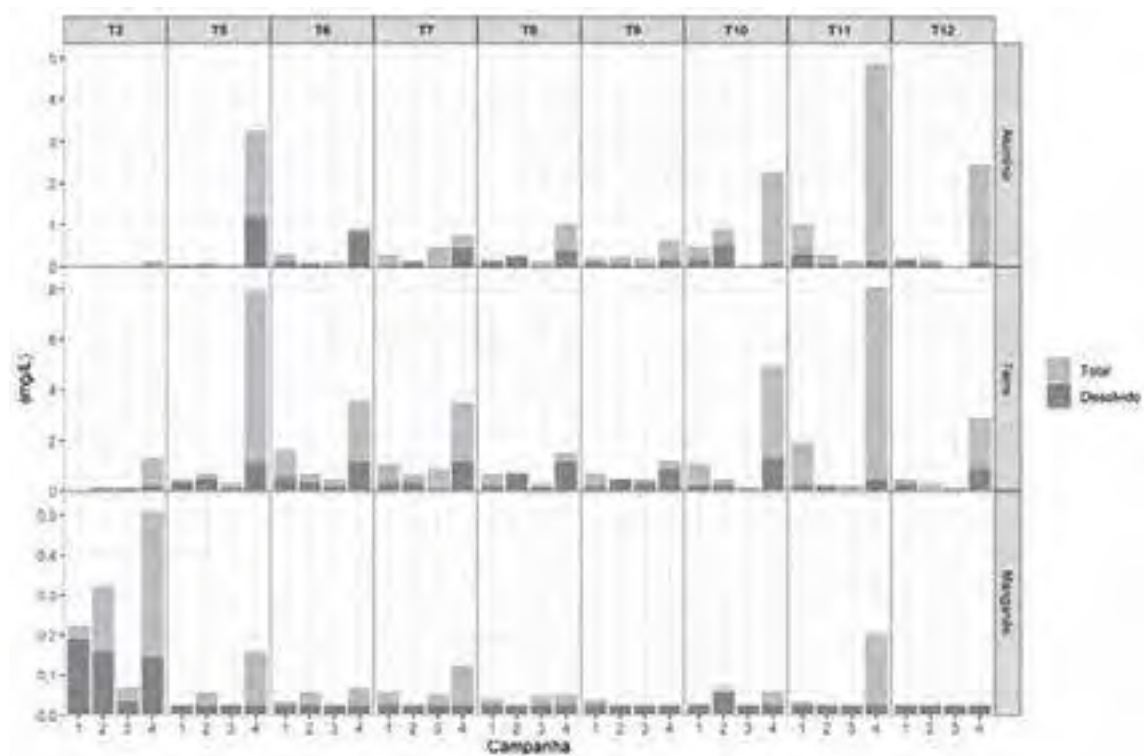


Figura 195 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs nos reservatórios hidrelétricos.

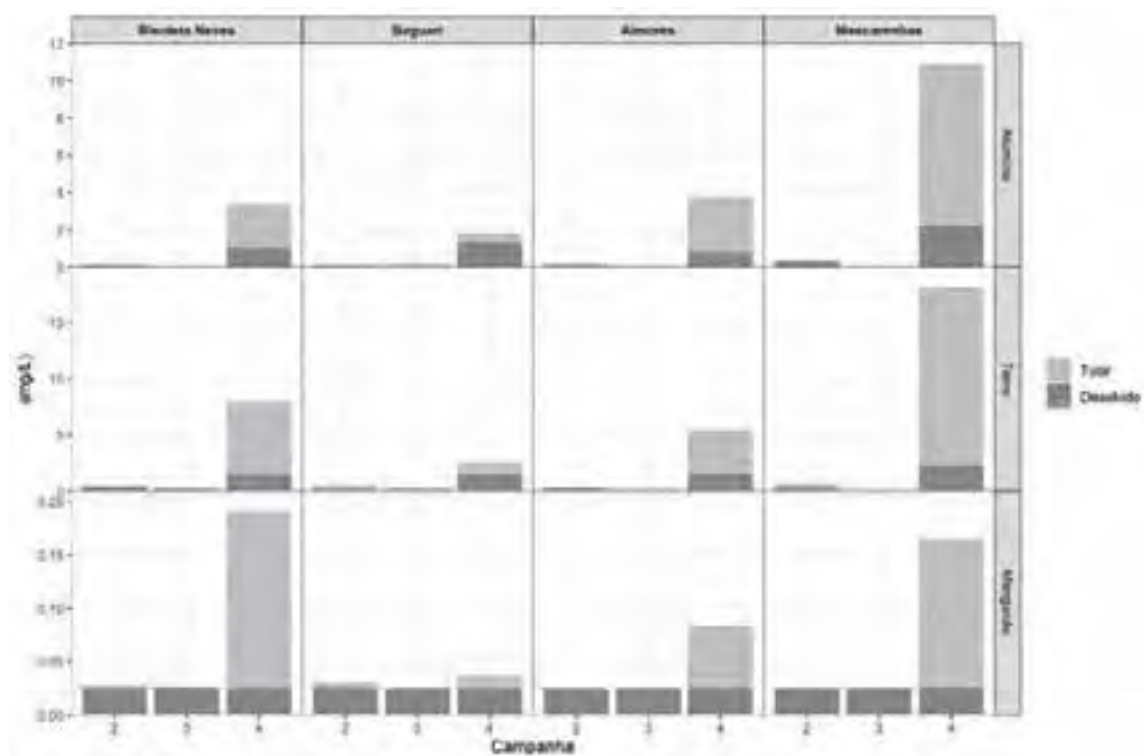


Figura 196 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs nas lagoas do Espírito Santo.

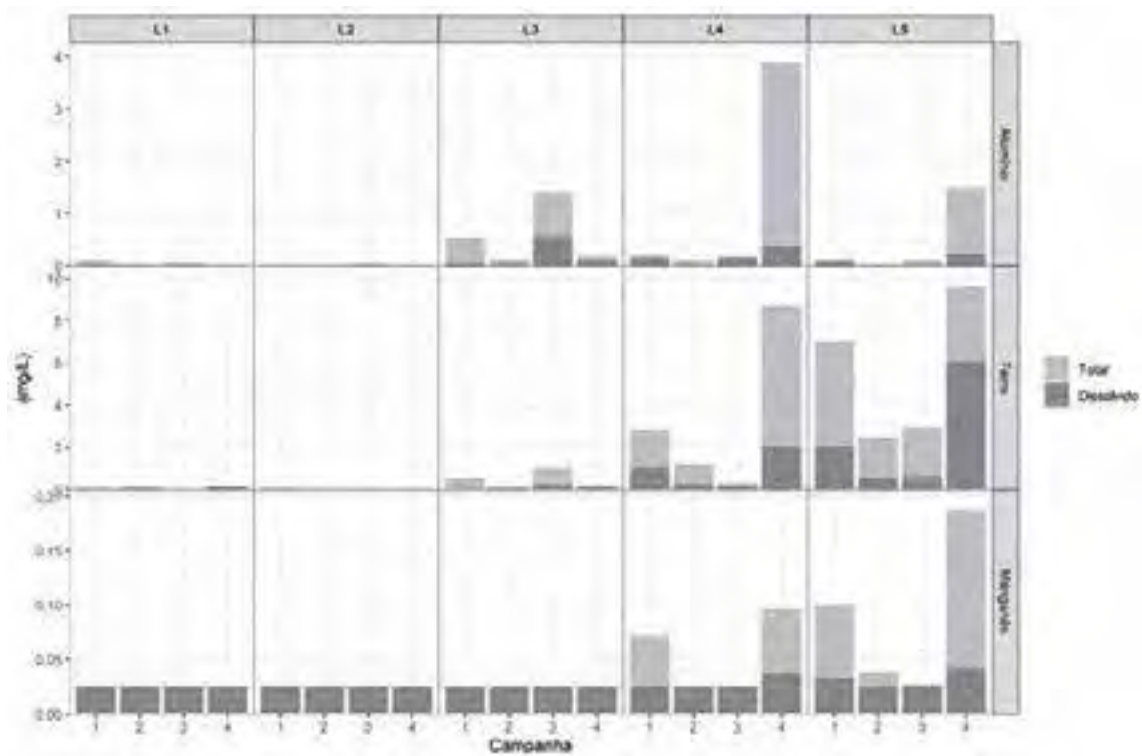
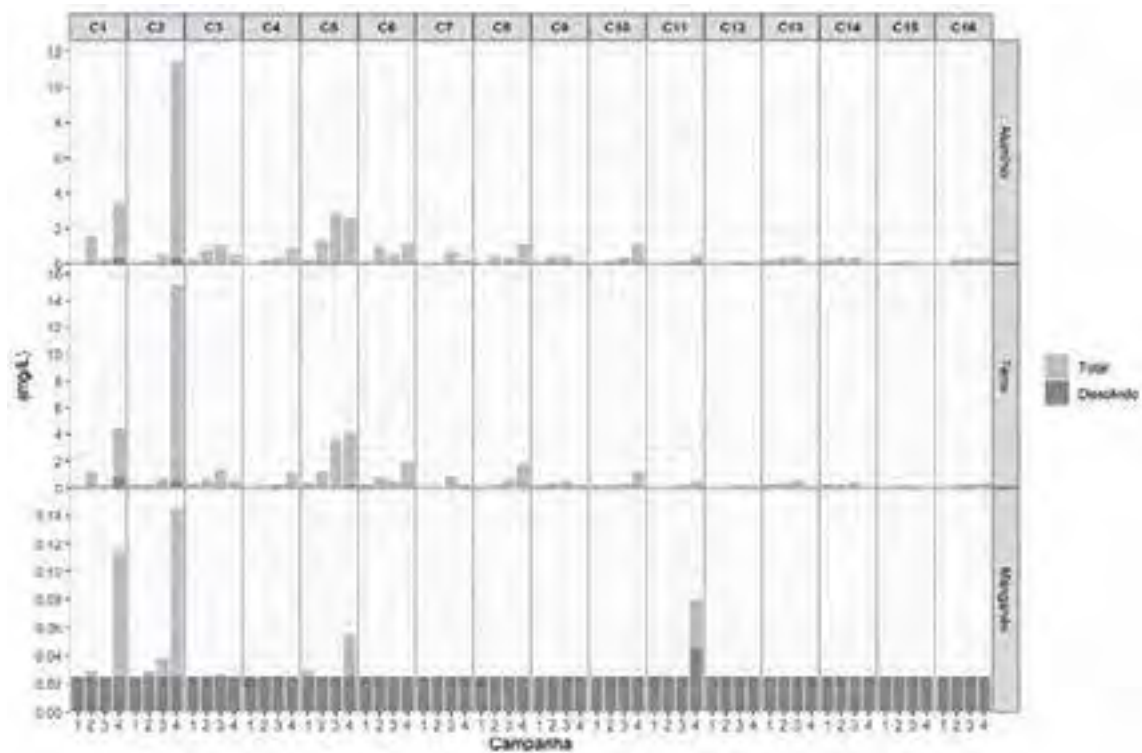


Figura 197 – Parcelas dissolvida e total dos EPTs na região costeira e estuarina



6 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

6.1 SEDIMENTOS FLUVIAIS, LACUSTRES E DE RESERVATÓRIO DE USINAS HIDRELÉTRICAS

No início do ano, logo após a um episódio de chuvas intensas registradas na Bacia do rio Doce entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, a equipe do Lactec percorreu os rios Gualaxo do Norte, Carmo, Piranga e o Doce, além dos reservatórios das usinas hidrelétricas, lagoas do Espírito Santo e região estuarina. Essa atividade teve o objetivo de coletar os sedimentos intracalha e o material extravasado com foco na avaliação da composição química, granulométrica, mineralógica e do grau de arredondamento dos grãos, de forma a analisar suas condições atuais e estabelecer comparações com as campanhas anteriormente realizadas.

6.1.1 METODOLOGIA

Os sedimentos foram coletados desde a região do dique S4 nas proximidades da barragem de Santarém no estado de Minas Gerais até a região estuarina no Distrito de Regência (ES). A localização das estações amostrais seguiu o plano amostral já adotado para as campanhas anteriores e é apresentada na Figura 1.

A metodologia de coleta e análise desses sedimentos é apresentada de forma detalhada no 2º Relatório Parcial de Resultados (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019) e no TOMO II – Ambientes Aquáticos Continentais (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b). De todo modo, de maneira geral as amostragens foram realizadas com dragas tipo van-veen ou petersen, ou quando as condições permitiam, com tubos de acrílicos tipo liner. As amostras foram coletadas em média a uma profundidade de 10 a 20 cm. Eventualmente nos casos de material extravasado as coletas foram realizadas a partir de material depositado na superfície. Em cada um dos pontos foram realizadas várias amostragens de forma a ter uma amostra composta representativa de cada local.

As análises realizadas nesse relatório tiveram como base a divisão dos compartimentos apresentados nos referidos relatórios, a saber: Compartimento 1, Compartimento 2A, Compartimento 2B e Compartimento 3.

De forma resumida, para classificar se um determinado elemento apresentou alteração, utilizou-se como critério os casos nos quais as atuais concentrações foram iguais ou superiores as concentrações obtidas no período pré-desastre.

Para estas análises e comparações utilizou-se também o fator de contaminação (FC), que avalia o grau de poluição do ambiente através de um elemento químico. O FC é definido como o quociente entre a concentração do metal na amostra e a sua concentração natural de referência ou *background* no ambiente que está sendo avaliado (HAKANSON, 1980). O detalhamento do fator de contaminação está apresentado no TOMO I – Contextualização. Diagnóstico de Danos (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020a).

Para os resultados de FC apresentados nesse relatório, foram utilizadas as concentrações de elementos potencialmente tóxicos (EPTs), dos pontos de controle que são aqueles pontos não afetados pela lama de rejeitos, com os as concentrações medidas nos sedimentos intracalha afetados

pela passagem da lama, denominados com AF. O fator de contaminação foi subdividido nas seguintes classificações (Tabela 26):

Tabela 26 – Classificação do fator de contaminação.

FC Contaminação	FC Contaminação
FC < 1 baixa	FC < 1 baixa
$1 \leq FC < 3$ moderada	$1 \leq FC < 3$ moderada
$3 \leq FC < 6$ considerável	$3 \leq FC < 6$ considerável
$FC \geq 6$ elevada	$FC \geq 6$ elevada

A partir das análises das amostras coletadas nessa campanha, realizada imediatamente após a cheia de 2020, foi realizada comparação de forma quantitativa dos resultados obtidos com os dados secundários obtidos por outras fontes, tais como dissertações e dados oriundos do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistema de Água e Sedimento - PMQQS. As fontes de dados utilizadas neste trabalho encontram-se indicadas na Tabela 27.

Tabela 27– Resumo da origem dos dados utilizados para a análise de sedimentos.

	Ano	Sazonalidade do Período	Estudos
Pré desastre	1992	Chuvoso	Jordão (1996)
	1993	Seco	Jordão (1996)
	1999	Seco e Chuvoso	Costa (2001)
	2000	Chuvoso	Costa (2001)
	2002	Seco	Costa (2001)
	2006	Chuvoso	Varejão (2011)
	2008	Seco	Rhodes (2010)
	2009	Seco	Rhodes (2010)
		Chuvoso	CPRM
	2010	Seco	CPRM, Lima e Silva (2013)
		Chuvoso	CPRM
	2011	Chuvoso	Lima e Silva (2013) e Santolin (2015)
	2012	Seco	Santolin (2015)
	2013	Seco	Duarte (2020)
Pós desastre	2014	Chuvoso	UHE Mascarenhas
	2015	Chuvoso	CPRM, IEMA, IGAM, Golder e Renova, PMQQS
	2016	Chuvoso	Duarte (2020)
	2016	Seco e Chuvoso	IEMA, IGAM, Maia (2017), Golder e Renova, PMQQS
	2017	Seco e Chuvoso	CH2M, IGAM, Golder e Renova, PMQQS
	2018	Seco e Chuvoso	IGAM e Lactec, PMQQS
	2019	Chuvoso	Lactec
	2019	Seco e Chuvoso	PMQQS
	2020	Chuvoso	Lactec
	2020	Chuvoso	PMQQS

Estas comparações foram realizadas com dados de pré-desastre e de pós-desastre e também com os dados primários de campanhas anteriores realizadas pelo LACTEC. A base desses dados secundários está detalhada no TOMO II – Ambientes Aquáticos Continentais (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b). Para os dados primários, foram realizadas até o momento 4 campanhas com datas de 07/2018, 01/2019, 07/2019 e 01/2020. É importante ressaltar que a Campanha de coleta de sedimentos realizada pelo Lactec, como mencionado anteriormente, seguiu o plano amostral pré-definido das campanhas anteriores. Para fins de caracterizar as eventuais alterações ocasionadas pelo evento da cheia, neste documento serão apresentados apenas os resultados representativos, conforme as estações expressas na Documentação fotográfica e observações de campo.

As estações amostrais analisadas para neste documento, referente a qualidade de sedimentos são apresentadas na Tabela 28.

Tabela 28 – Nomenclatura das estações amostrais analisadas e seus respectivos compartimentos.

COMPARTIMENTO 1	T1/AF1	COMPARTIMENTO 2B	R3/AF6	COMPARTIMENTO 2B	R8/AF13	COMPARTIMENTO 3	R14/AF21	ESTUÁRIO	L6
	T3/AF2		R4/AF7		R9/AF14		R15/AF22		L7
	T4/AF3		R5/AF8		R10/AF15		R16/AF23		C1
	ADICIONAL 1		R6/AF9		T11/AF16		L1		C2
	R1/AF4		T8/AF10		R11/AF17		L2		
	R2/AF5		R7/AF11		R12/AF18		L3		
	RISOLETA NEVES		T9/AF12		UHE AIMORÉS		L4		
			BAGUARI		T12/AF19		L5		
					R13/AF20				
					MASCARENHAS				

Para análise dos sedimentos coletados pelo Lactec após o período da chuva (01/2020), foram realizadas as seguintes análises:

- **Caracterização química** por ICP-OES para a determinação das concentrações dos elementos (certificados apresentados no ANEXO 1);
- **Caracterização granulométrica** (certificados apresentados no ANEXO 1);
- **Caracterização mineralógica** para a determinação dos principais minerais constituintes dos sedimentos coletados pelo método de difratometria de raio X (DRX) (certificados apresentados no APÊNDICE A);
- **Determinação do grau de arredondamento** do grão realizado pela análise da fotomicrográfica obtida por técnica de microscópio eletrônico de varredura (MEV) que está apresentada no APÊNDICE A.

6.1.2 RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS SEDIMENTOS

Para a avaliação química dos sedimentos foram inicialmente realizadas comparações entre os dados primários do Lactec. Posteriormente foram integrados os dados de pré e pós desastre de outras fontes, conforme mencionado acima, além dos cálculos relativos ao fator de contaminação.

Os resultados e análises foram divididas para os seguintes ambientes:

- Fluvial (Intracalha)
- Reservatórios das UHE's
- Lagoas do Espírito Santo – ES
- Região estuarina

6.1.2.1 Ambiente Fluvial

Na análise química realizada para os sedimentos intracalha após o evento da cheia de 2020 das drenagens afetadas pela passagem da lama de rejeitos, identificou-se que houve alteração significativa nas concentrações dos elementos: alumínio, arsênio, bário, chumbo, cobalto, cobre, estrôncio, ferro, manganês, níquel e zinco. A descrição detalhada desses elementos encontra-se a seguir.

Alumínio: Na comparação entre as campanhas semestrais realizadas pelo Lactec desde 2018, observou-se que houve aumento da concentração do alumínio em todas as estações amostrais inseridas nos compartimentos analisados, a exceção das estações AF10, nas imediações de Naque - MG, na AF18 em Resplendor - MG e na AF19 nas proximidades de Aimorés - MG. As concentrações do alumínio são apresentadas na Figura 198. O fator de contaminação realizado com os dados primários, indica que essa Campanha de 2020, o FC foi classificado em moderado a considerável nos compartimentos 1, 2A e 2B, porém no Compartimento 3 o FC é elevado (Figura 199).

A integração dos dados primários e secundários do período pré e pós-desastre, apresentada nos gráficos da Figura 200 e da Figura 201, mostram que no Compartimento 3 as concentrações de alumínio ficaram acima dos valores de linha base, ou seja de pré-desastre.

Figura 198 – Concentrações de alumínio entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

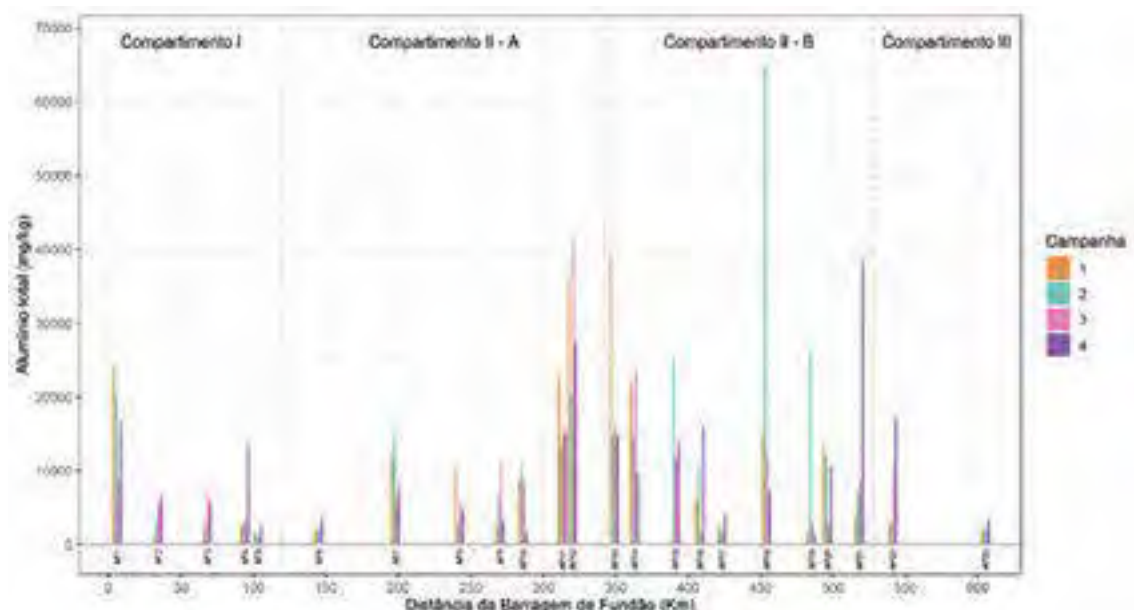


Figura 199 – Fatores de contaminação do alumínio realizada com base em dados primários.

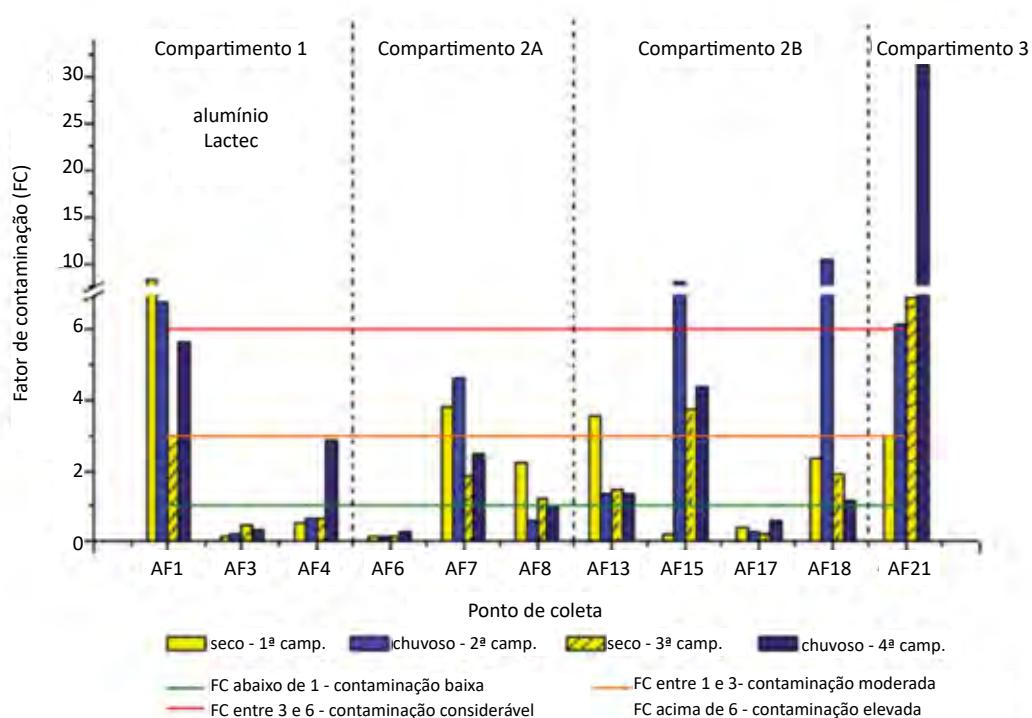


Figura 200 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento alumínio.

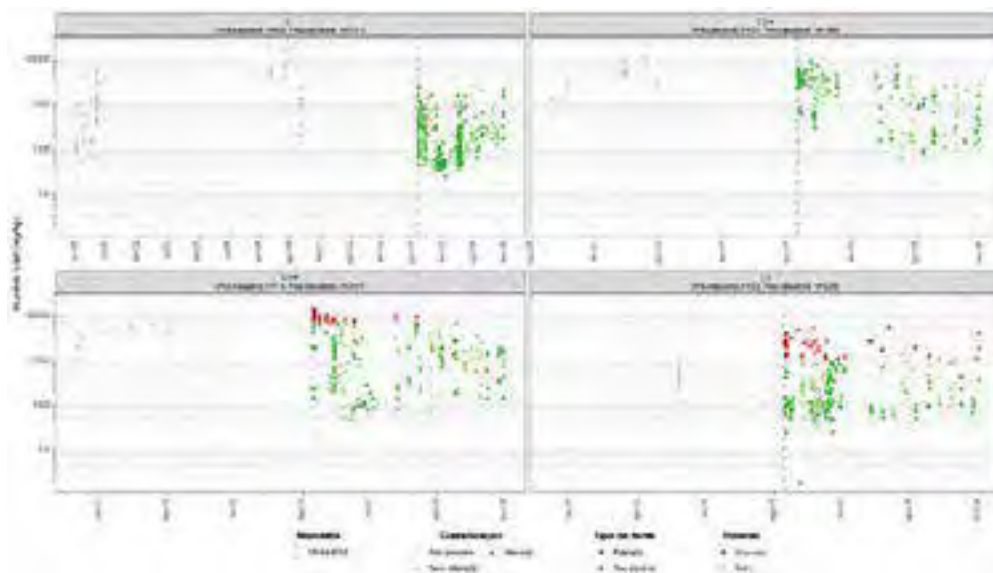
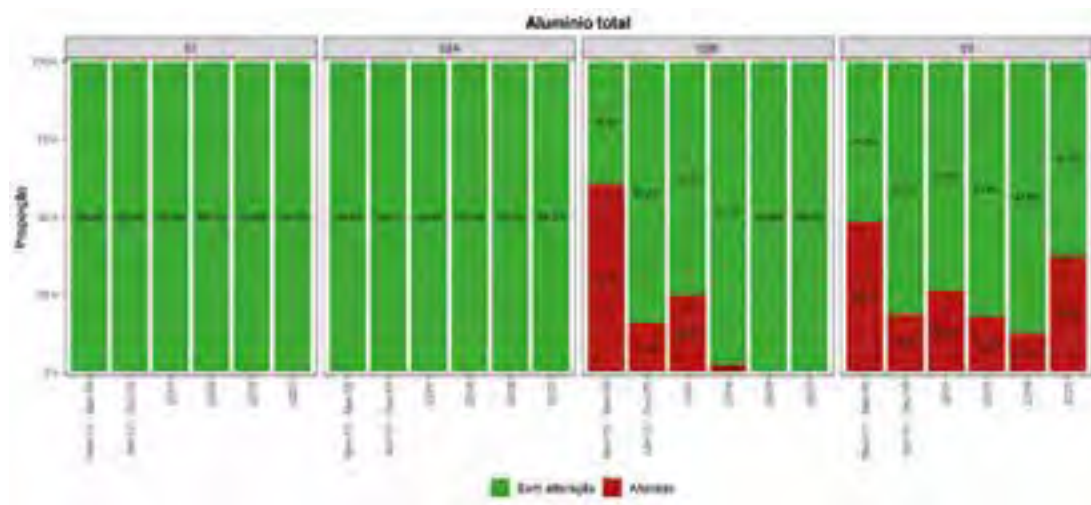


Figura 201 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento alumínio.



Arsênio: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do arsênio no Compartimento 1 e Compartimento 2A, superior às concentrações obtidas em 2018 (Figura 202). A análise do fator de contaminação mostrou que no Compartimento 1 e no 2A a classificação é de contaminação elevada (Figura 203).

A integração dos dados primários e secundários do período pré e pós-desastre, apresentada nos gráficos da Figura 204 e da Figura 205, mostra que as concentrações ficaram abaixo aos dados anteriores. Esta alteração fica evidente apenas quando se comparam os dados primários.

Figura 202 – Concentrações de arsênio entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

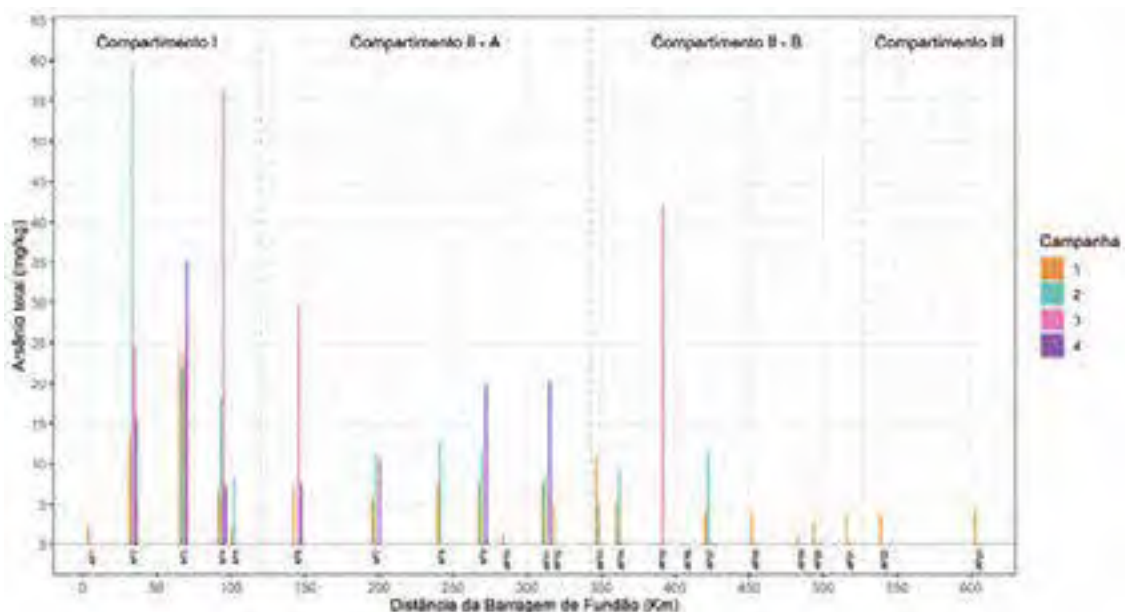


Figura 203 – Fatores de contaminação do arsênio realizada com base em dados primários.

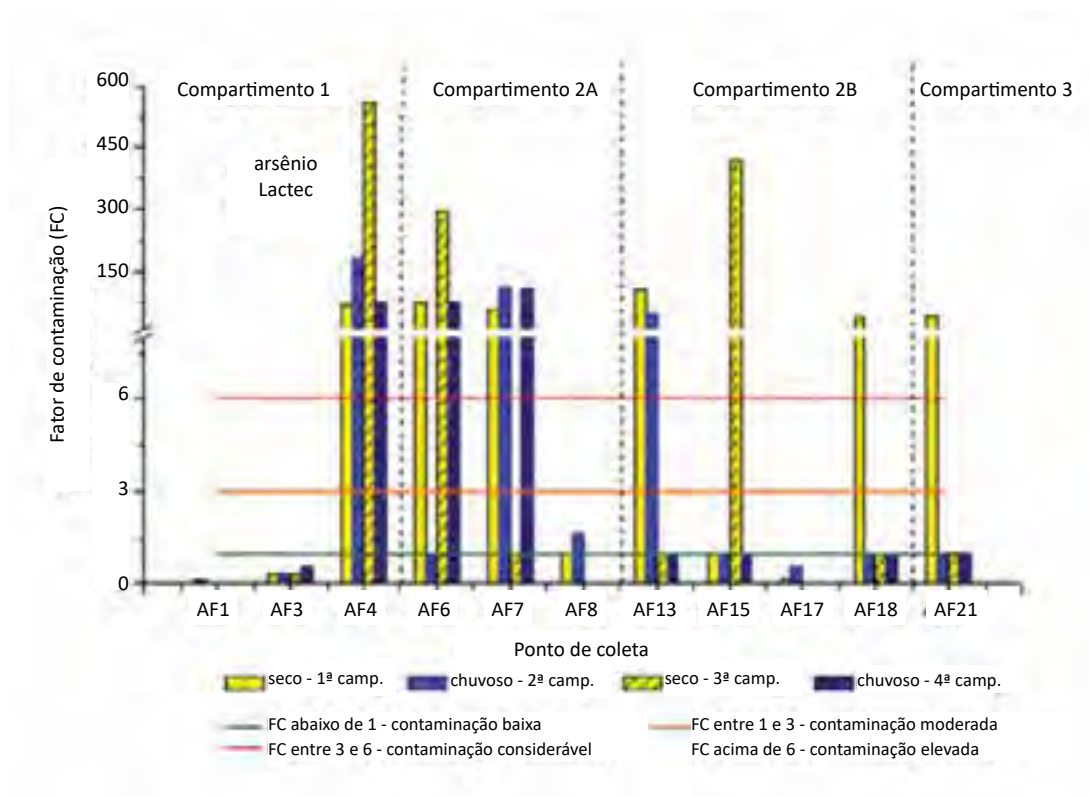


Figura 204 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento arsênio.

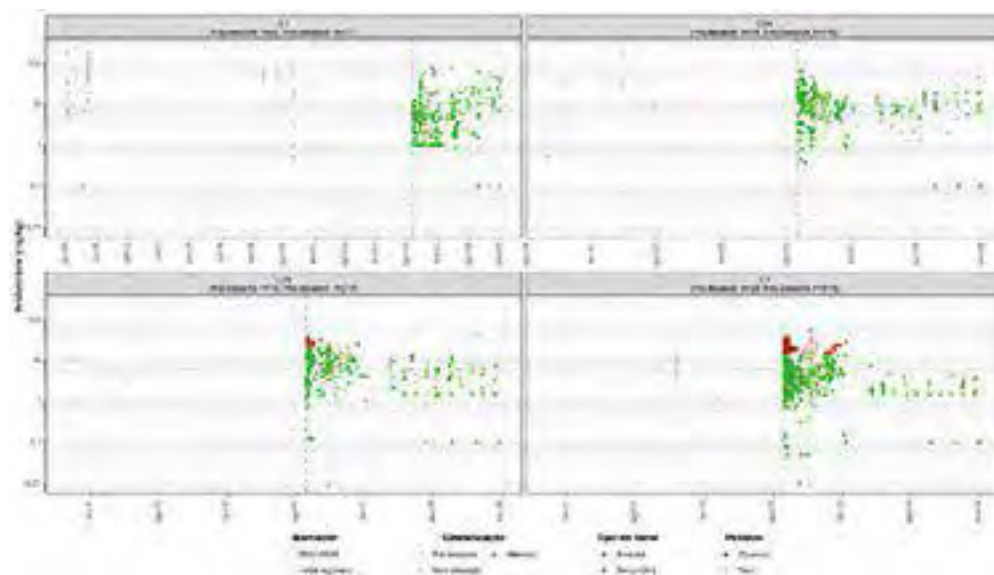
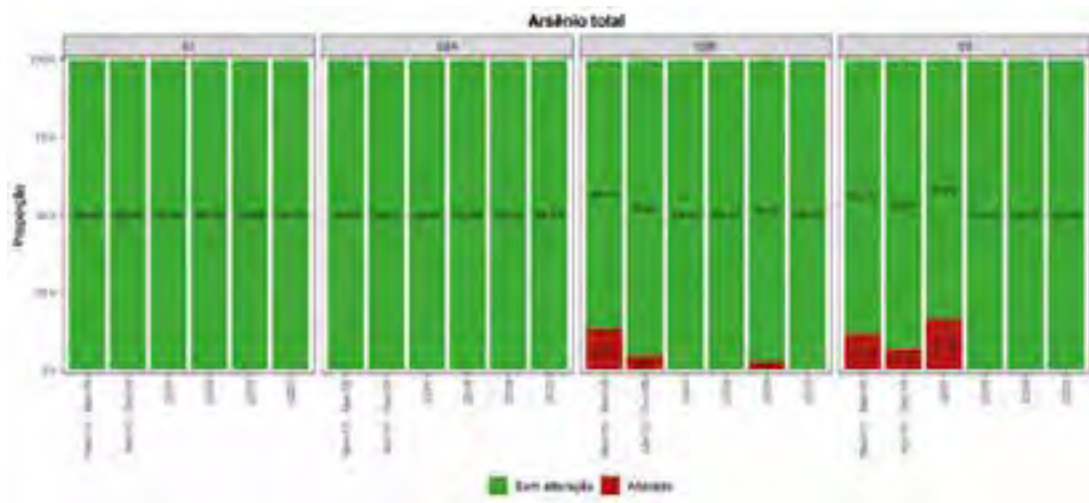


Figura 205 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento arsênio.



Bário: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do bário em todos os compartimentos (Figura 206). O FC mostra que no Compartimento 2B a contaminação foi classificada como considerável e no Compartimento 3, devido ao evento da cheia, o fator de contaminação tornou-se elevado, ficando muito acima das demais medidas (Figura 207).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 208 e da Figura 209, mostra que as concentrações ficaram elevadas em todos os compartimentos estudados e foram classificadas com alteradas, ou seja, acima do máximo histórico. O gráfico da Figura 209 mostra que percentualmente, em 2020 houve um aumento de amostras com concentrações superiores ao máximo histórico do que as registradas nos anos anteriores, de 2016, 2018 e 2019.

Figura 206 – Concentrações de bário entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

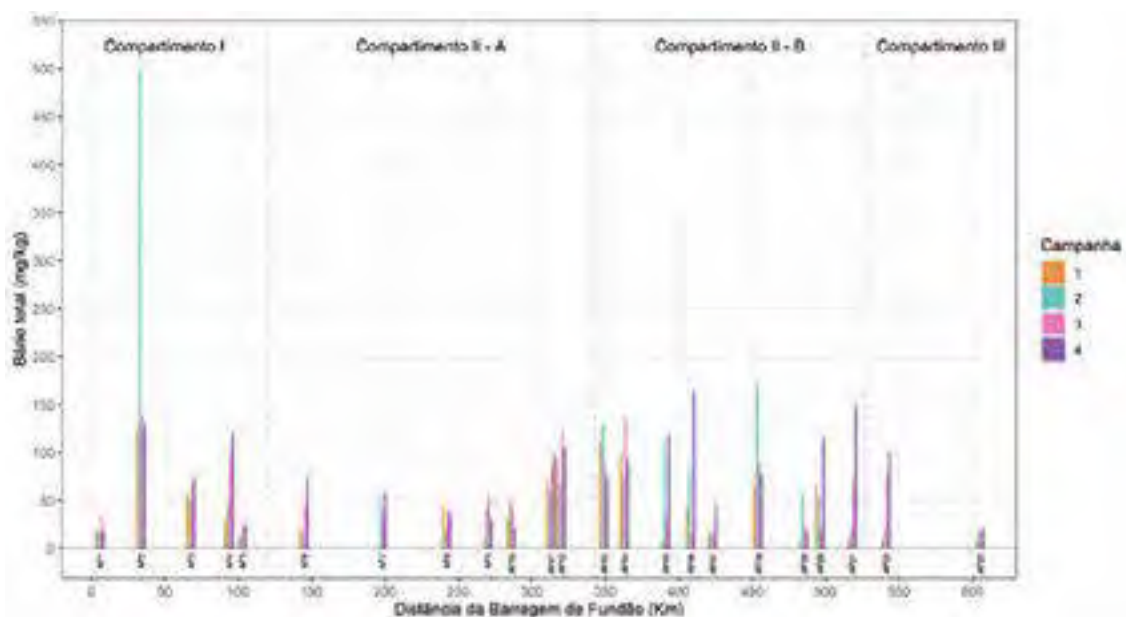


Figura 207 – Fatores de contaminação do bário realizada com base em dados primários.

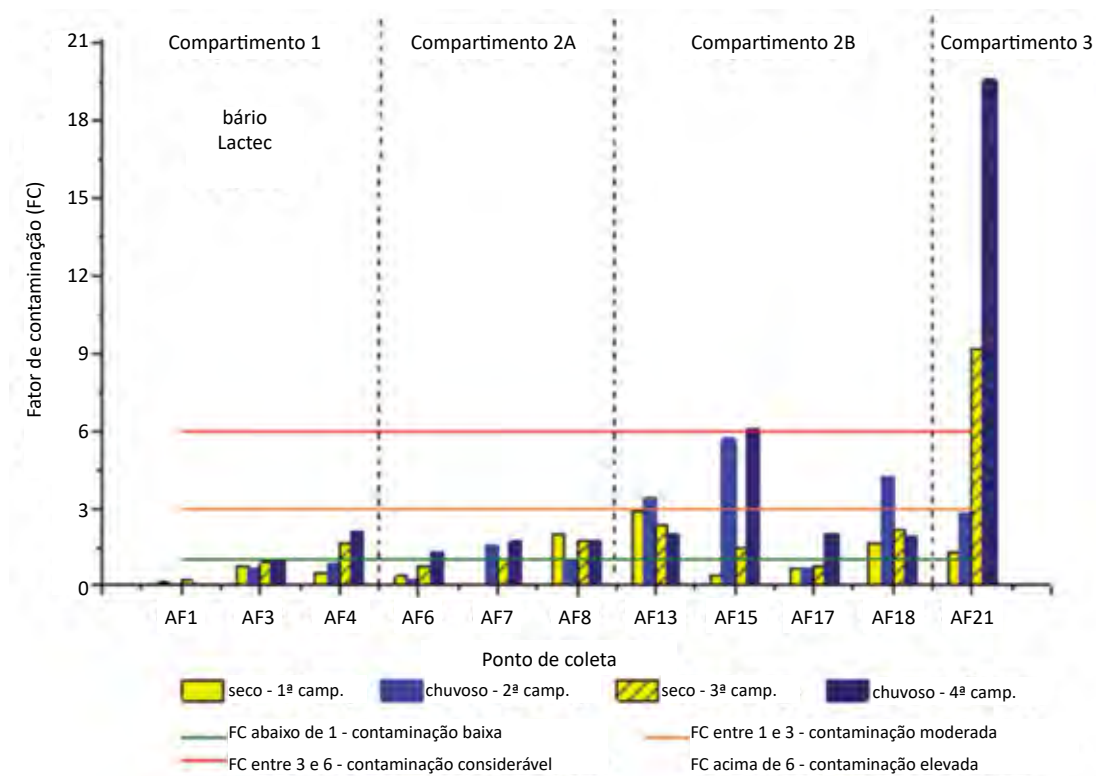


Figura 208 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento bário.

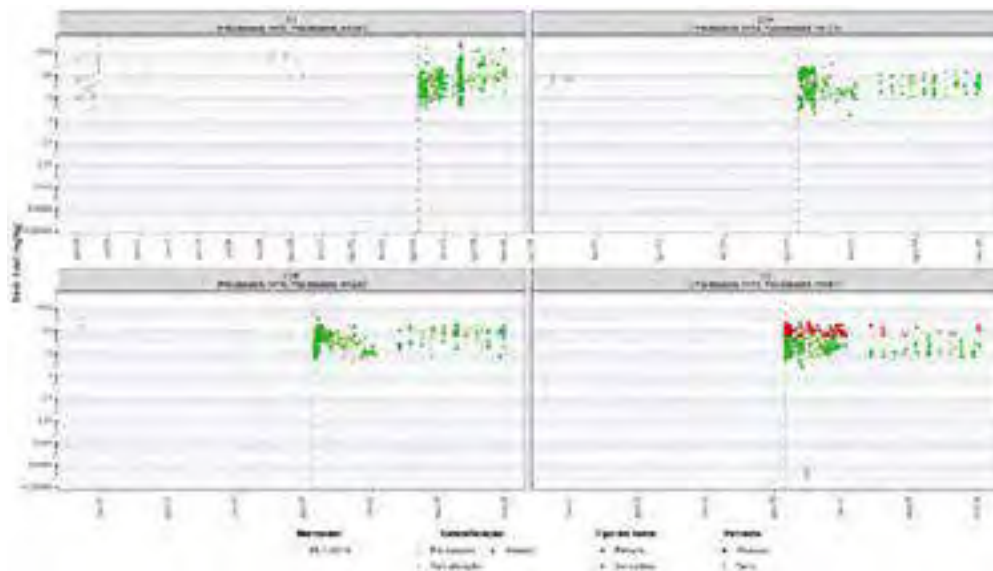
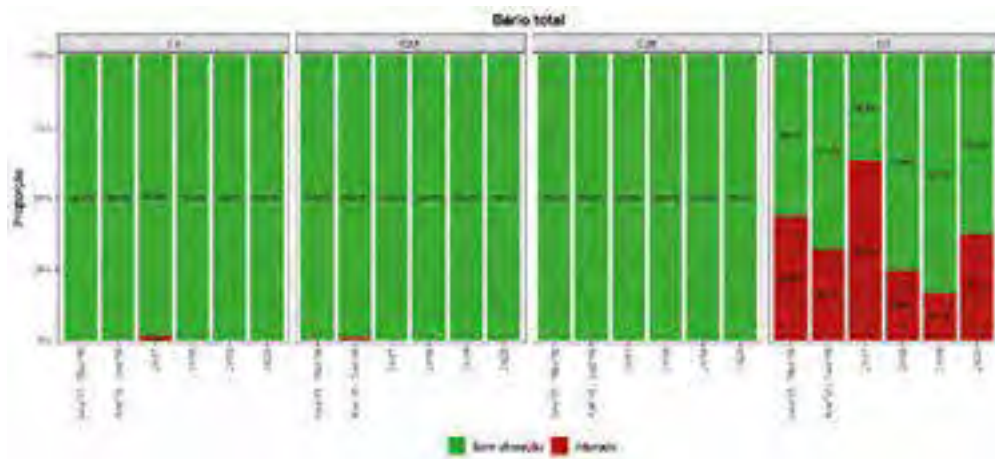


Figura 209 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento bário.



Chumbo: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento chumbo em todos os compartimentos (Figura 210). Na análise realizada com base nos dados primários, verificou-se que em 2020 houve aumento superior a todas as campanhas anteriores, como destaque para as seguintes estações:

AF4 – proximidades da cidade de Rio Doce

AF5 – Jusante da UHE Risoleta Neves

AF6 – proximidades da cidade de Naque

AF10 – Tumiritinga

AF15 – Barra do Cuíte

AF17 – Conselheiro Pena

AF20 – Baixo Guandu

AF-21 Itapina

O Fator de contaminação é considerável nas estações AF4, AF7 (limite do Parque Estadual do Rio Doce) e na estação AF13 (imediações de Governador Valadares) e considerado elevado para as estações AF15 e AF21 (Figura 271).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 212 e da Figura 213, mostra que as concentrações ficaram elevadas nos compartimentos analisados, porém abaixo do Nível 1 - limite legislado do CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012) e não suplantaram os valores máximos históricos.

Figura 210 – Concentrações de chumbo entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

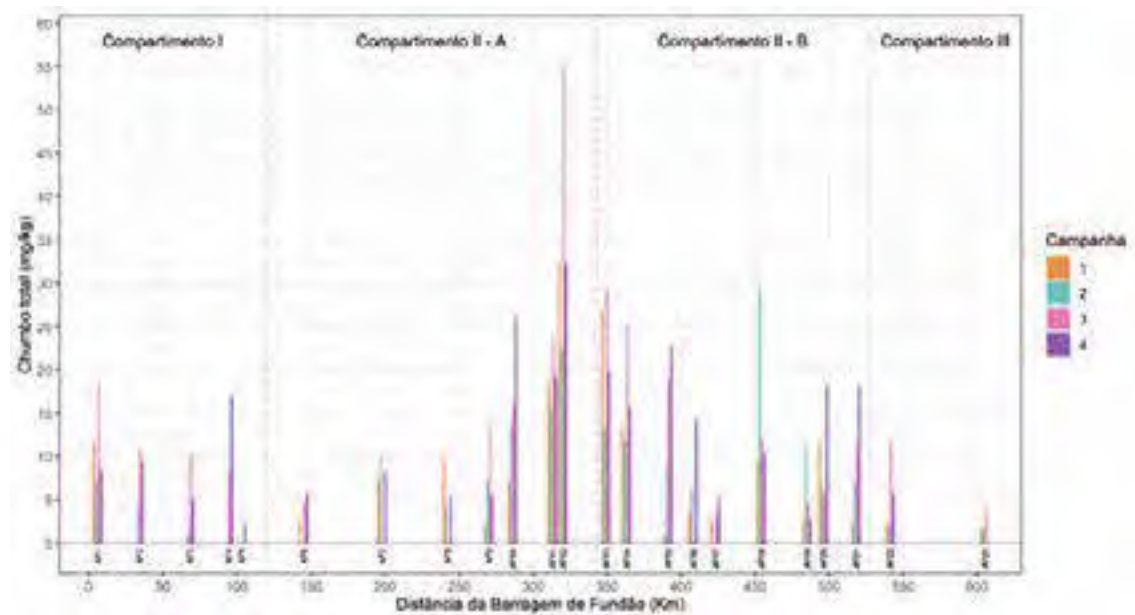


Figura 211 – Fatores de contaminação do chumbo realizada com base em dados primários.

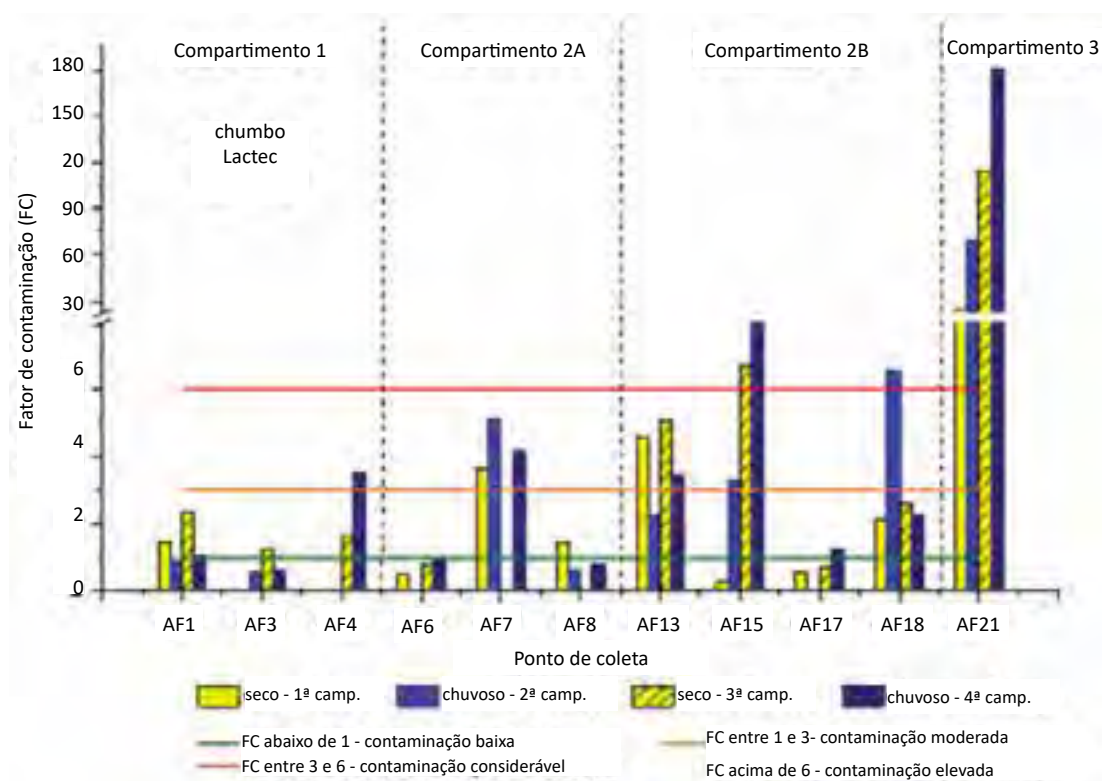


Figura 212 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento chumbo.

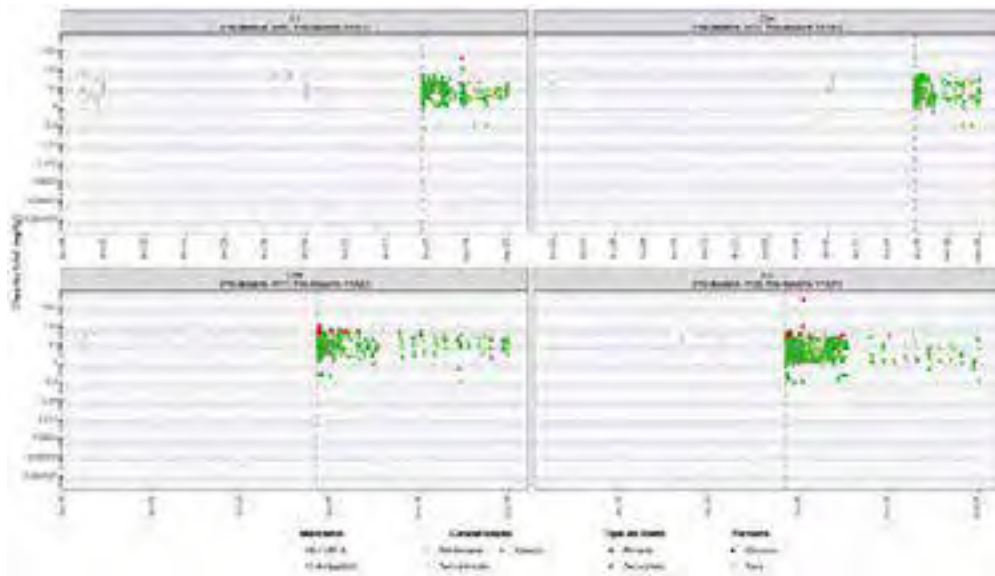
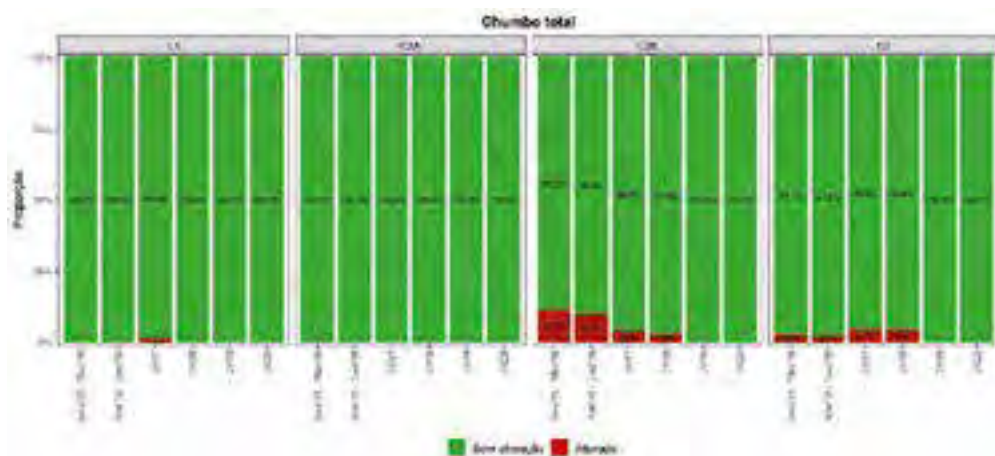


Figura 213 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento chumbo.



Cobalto: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento cobalto em todos os compartimentos (Figura 214). O fator de contaminação realizado mostra que as estações amostrais situadas na região de do Parque Estadual do Rio Doce e de Tumiritinga, respectivamente AF7 e AF15 foi classificado como contaminação considerável e na estação AF21 em Itapina, ficou classificada como elevada (Figura 215).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 216 e da Figura 217, mostram que as concentrações ficaram elevadas no Compartimento 1 e 2B, porém no Compartimento 3 as concentrações desse elemento após o período de chuva foram consideradas alteradas, ou seja, acima do máximo histórico. O gráfico da Figura 217 mostra que percentualmente houve um aumento de amostras com concentrações superiores ao máximo histórico e obviamente superiores também as coletas de 2017, 2018 e 2019.

Figura 214 – Concentrações de cobalto entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

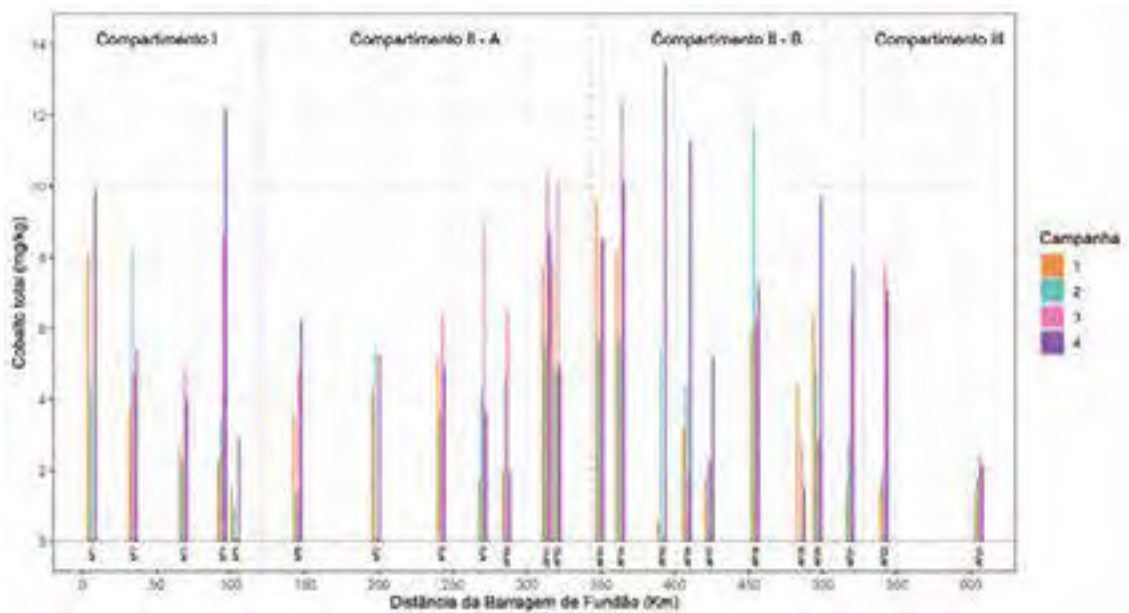


Figura 215 – Fatores de contaminação do cobalto realizada com base em dados primários.

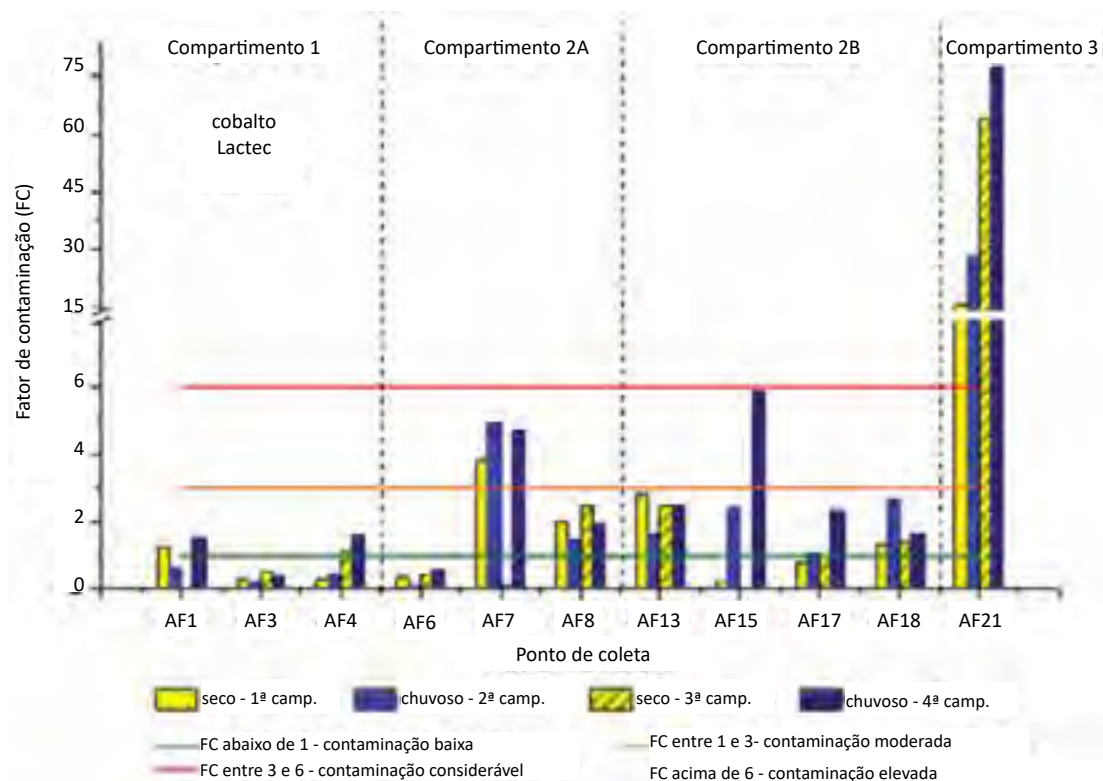


Figura 216 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento cobalto.

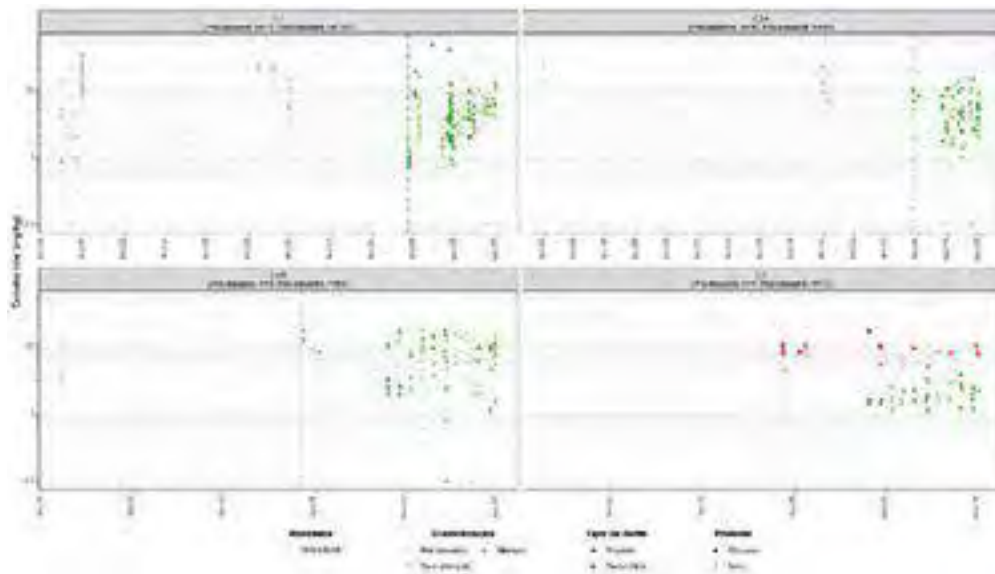
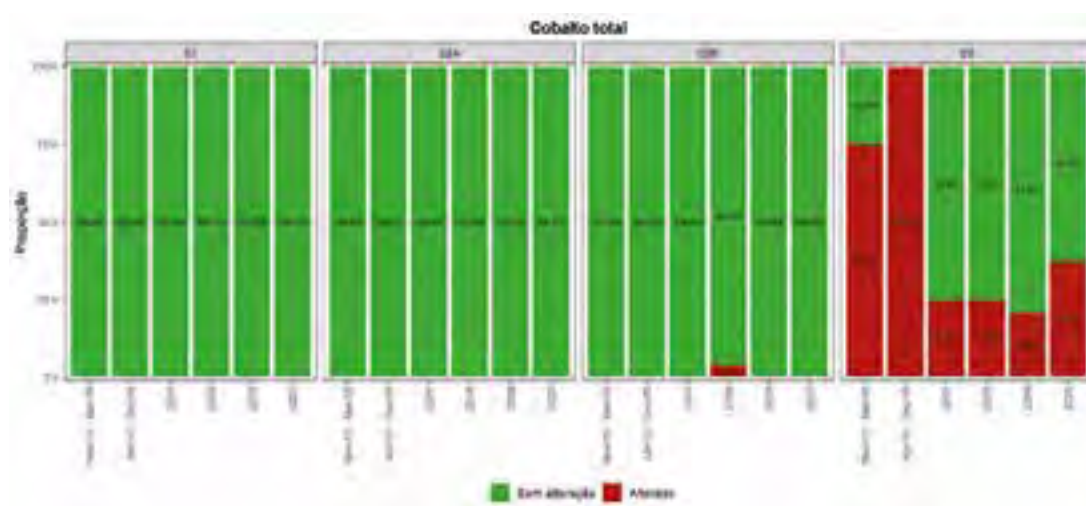


Figura 217 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento cobalto.



Cobre: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento cobre no Compartimento 1 e 2B (Figura 218). O fator de contaminação indica que as estações situadas na região de Tumiritinga (AF15) e na estação AF21 em Itapina, apresentaram-se como elevada (Figura 219).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 220 e da Figura 221, mostram que as concentrações ficaram elevadas nos compartimentos analisados, porém ficaram abaixo dos máximos históricos e do Nível 1 do CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012).

Figura 218 – Concentrações de cobre entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

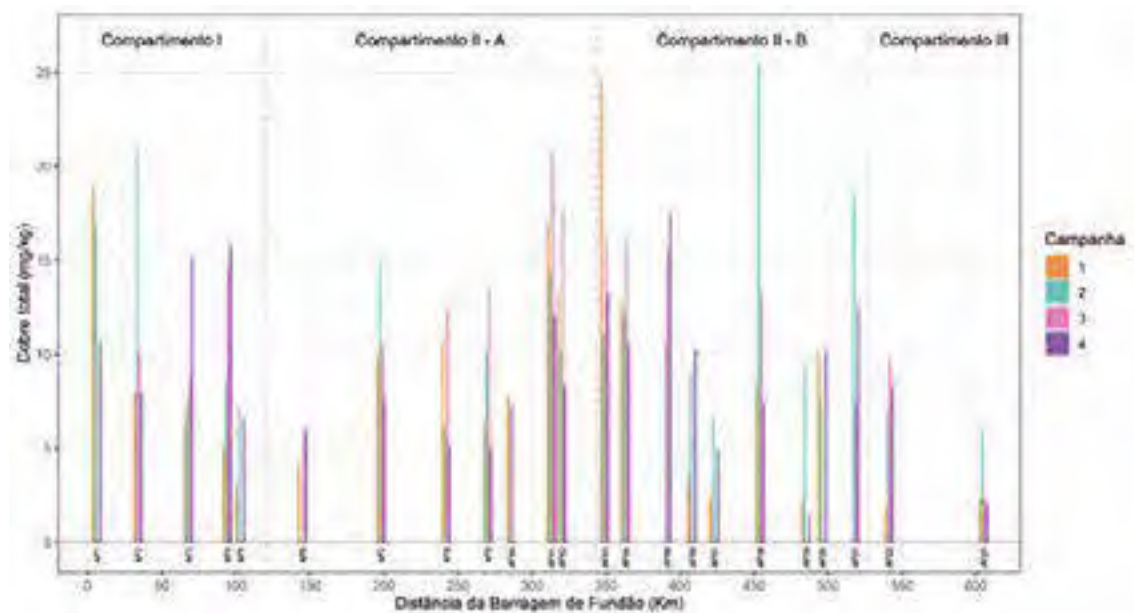


Figura 219 – Fatores de contaminação do cobre realizada com base em dados primários.

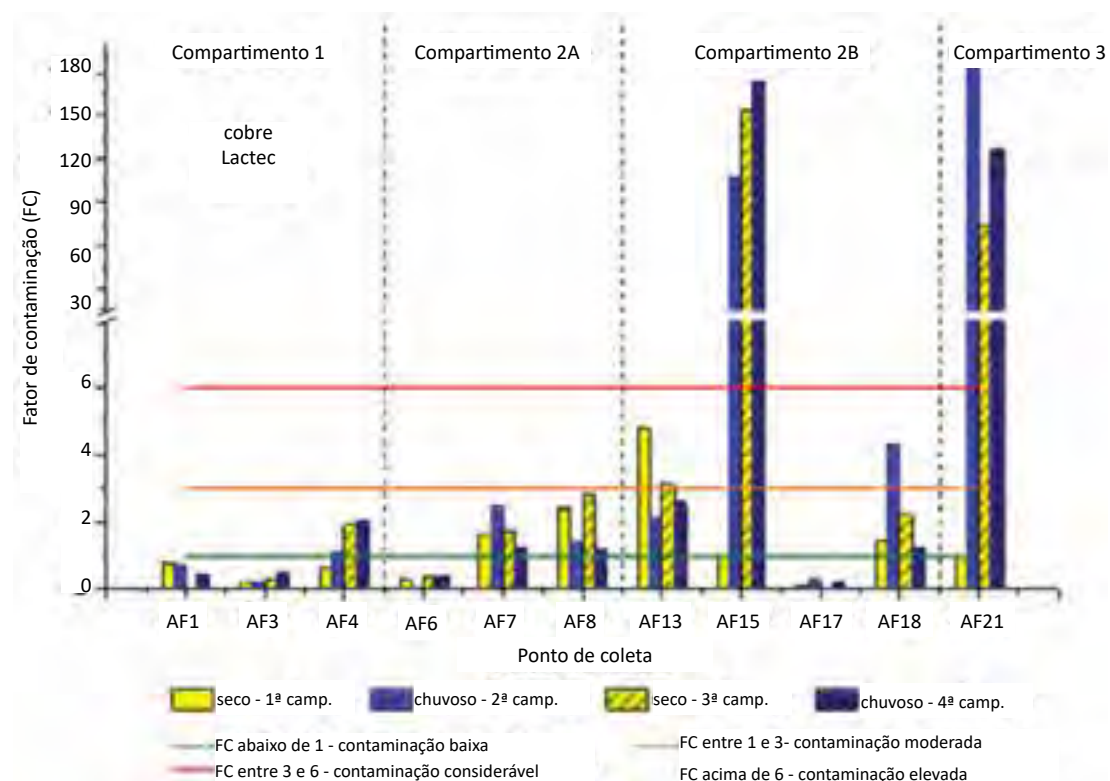


Figura 220 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento cobre.

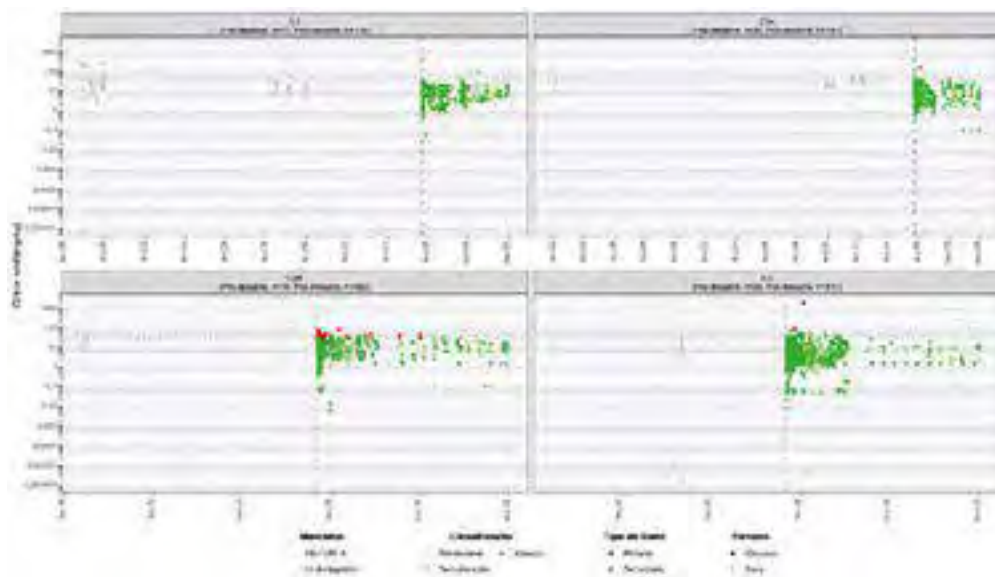
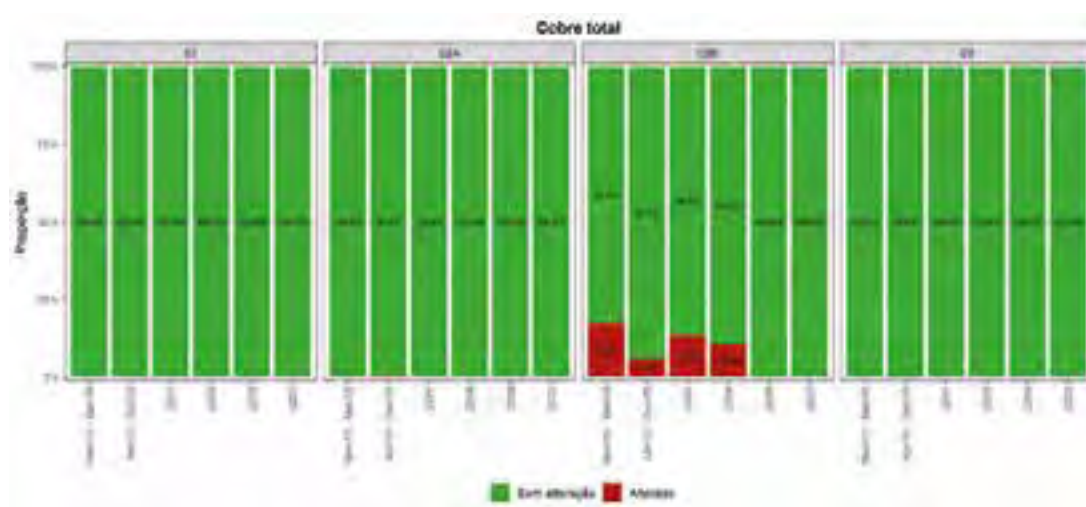


Figura 221 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento cobre.



Estrôncio: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento estrôncio no Compartimento 2A, principalmente nas estações situadas entre a cidade de Tumiritinga e Conselheiro Pena e em Baixo Guandu (Figura 222). A análise do fator de contaminação mostra que esse elemento apresentou contaminação elevada na estação AF13, AF17, AF18 e AF21 (Figura 223).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 224 e da Figura 225, mostra que as concentrações ficaram elevadas em todos os compartimentos analisados, porém apenas no Compartimento 3 as concentrações desse elemento, após o período de chuva, foram consideradas alteradas, ou seja, acima do máximo histórico. O gráfico da Figura 225 mostra que percentualmente houve um aumento de amostras com concentrações superiores ao máximo histórico, superiores aos anos anteriores, podendo ser comparada apenas às condições ocorridas imediatamente após o desastre, ou seja, entre novembro de 2015 e março de 2016.

Figura 222 – Concentrações de estrôncio entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

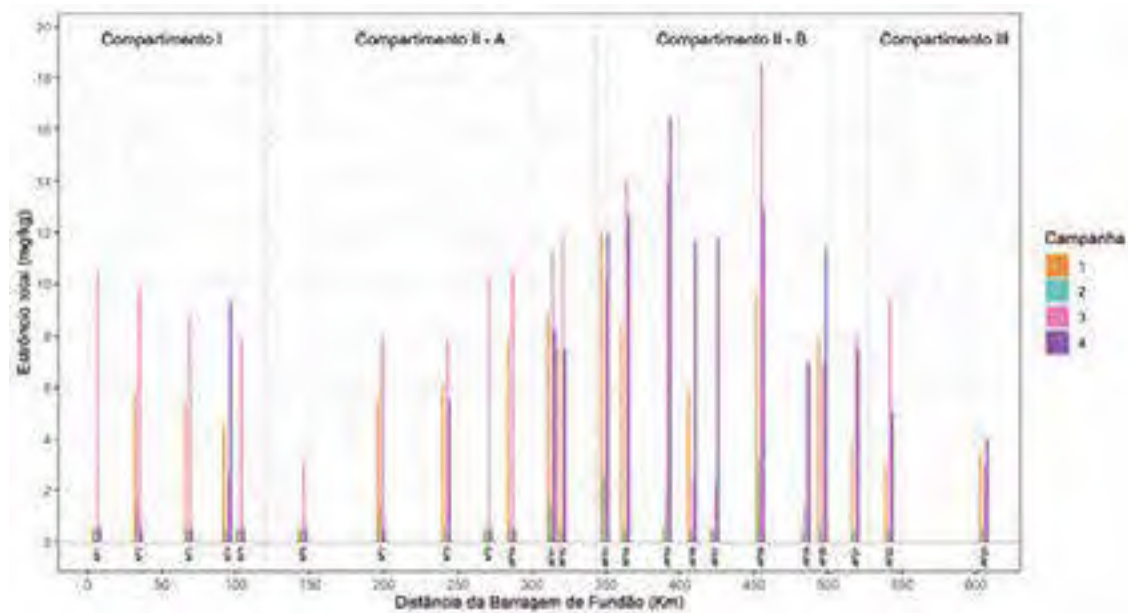


Figura 223 – Fatores de contaminação do estrôncio realizada com base em dados primários.

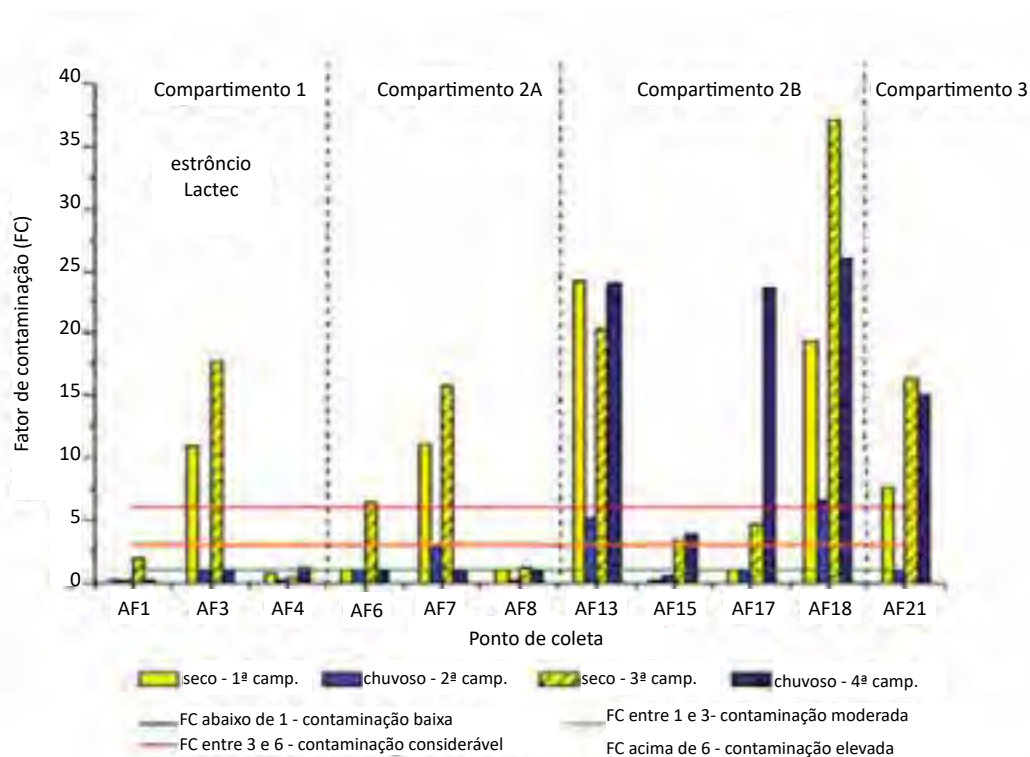


Figura 224 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento estrôncio.

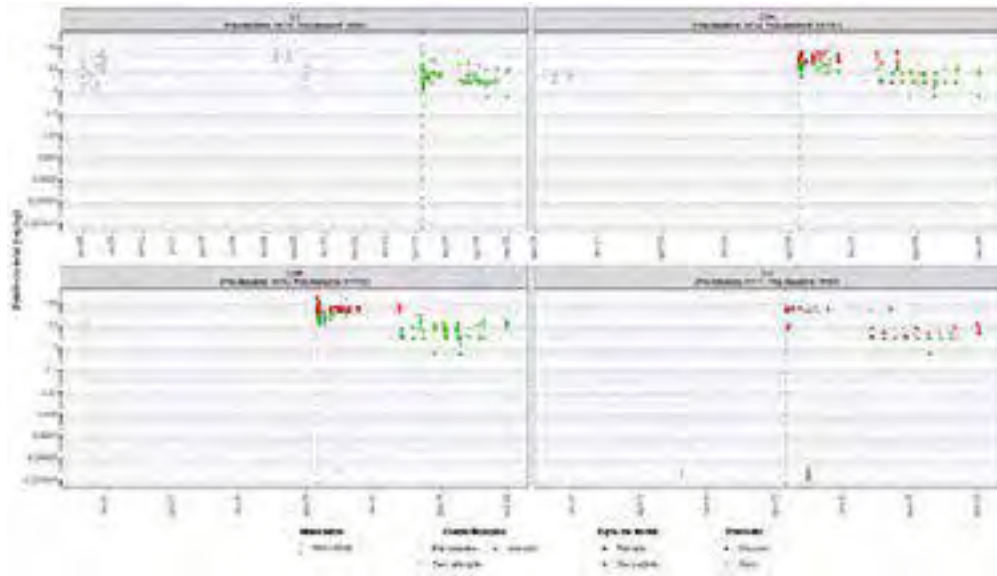
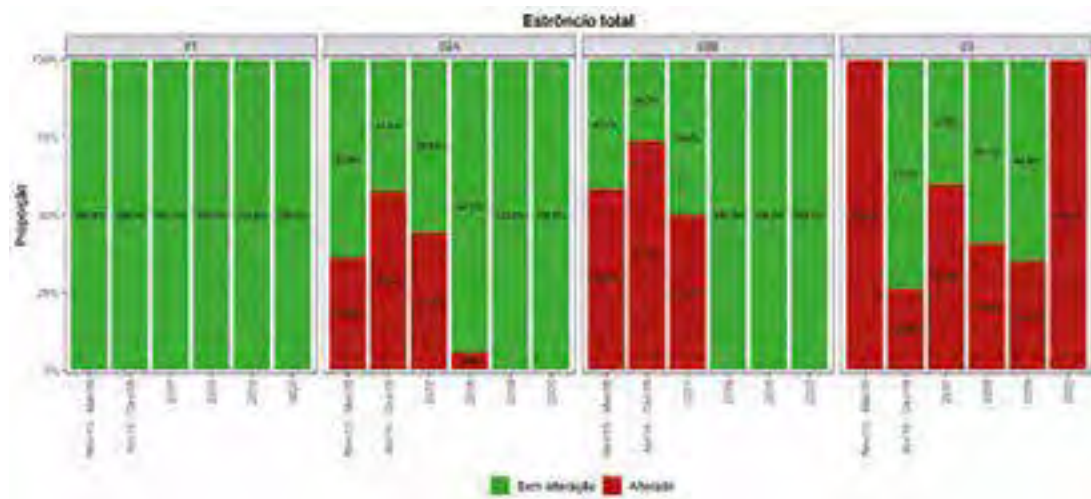


Figura 225 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento estrôncio.



Ferro: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento ferro nos compartimentos 1, 2A e 2B. No Compartimento 1, especificamente na estação AF4 situada nas proximidades da cidade de Rio Doce, a concentração analisada de ferro foi de 293.200 mg/kg, que corresponde ao maior valor entre todas as campanhas realizadas, conforme mostra a Figura 226. No compartimento 2A, nas imediações da cidade e Perpétuo Socorro, as concentrações de ferro também foram superiores às campanhas anteriores, assim como na região da cidade de Itapina (AF21) que está inserida no Compartimento 2B. O fator de contaminação realizado (Figura 227), corrobora com as análises realizadas nas estações AF4 e AF21 nas quais a classificação apresentou-se como elevada.

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 228 e da Figura 229, mostra que as concentrações ficaram elevadas nos compartimentos analisados, com destaque para os compartimentos 1, 2A e 3, nos quais as concentrações

de algumas estações suplantaram o limite estabelecido pelo *Upper effect threshold* (UET) (BUCHMAN, 2008), para os limites de efeitos superiores. Importante destacar que no Compartimento 3 algumas amostras apresentaram concentrações superiores ao máximo histórico, conforme o gráfico da Figura 229, que mostra um aumento percentual de amostras com concentrações superiores ao máximo histórico em 2020 em relação aos anos de 2018 e 2019, nos quais já havia uma tendência de redução.

Figura 226 – Concentrações de ferro entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

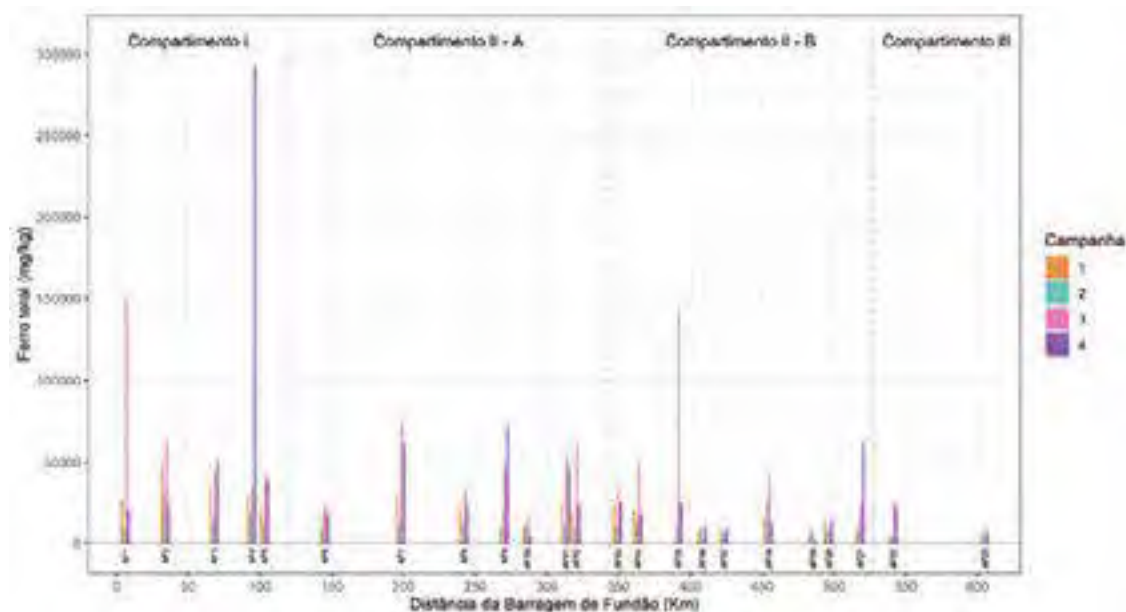


Figura 227 – Fatores de contaminação do ferro realizada com base em dados primários.

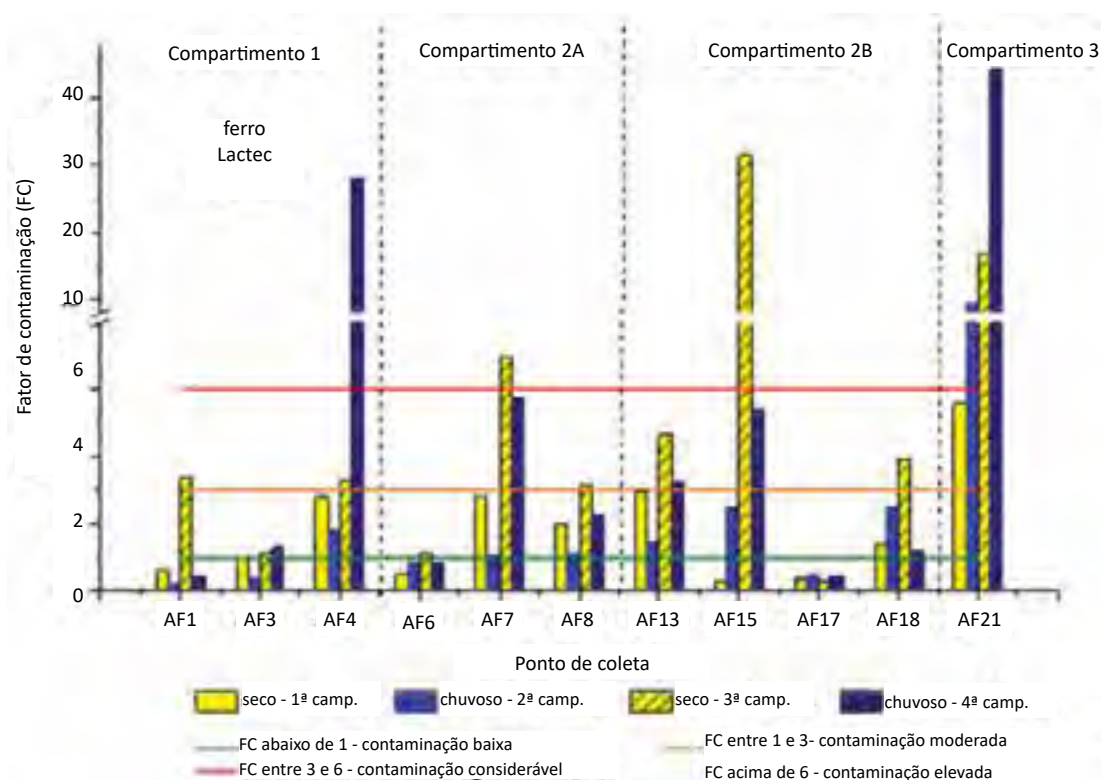


Figura 228 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento ferro.

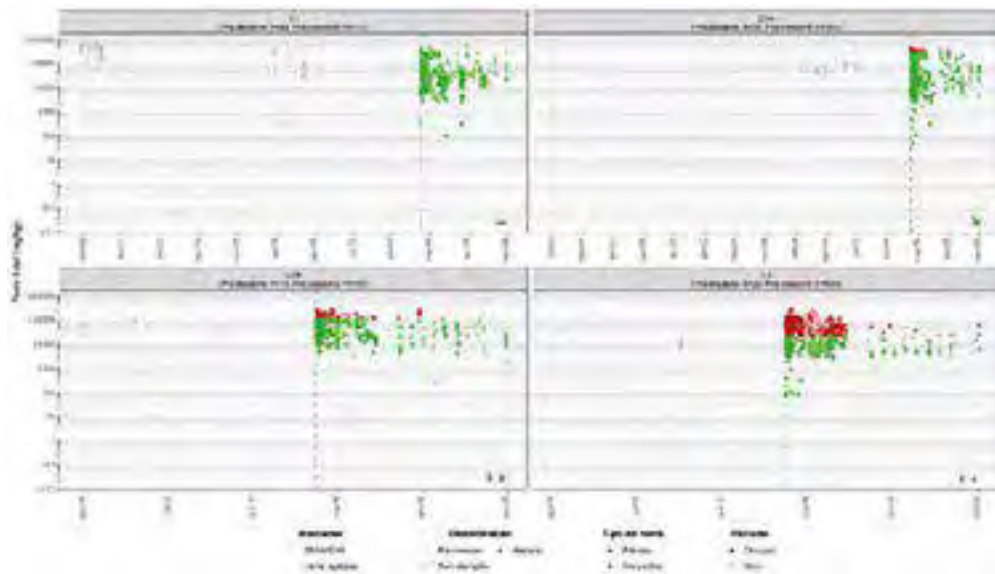
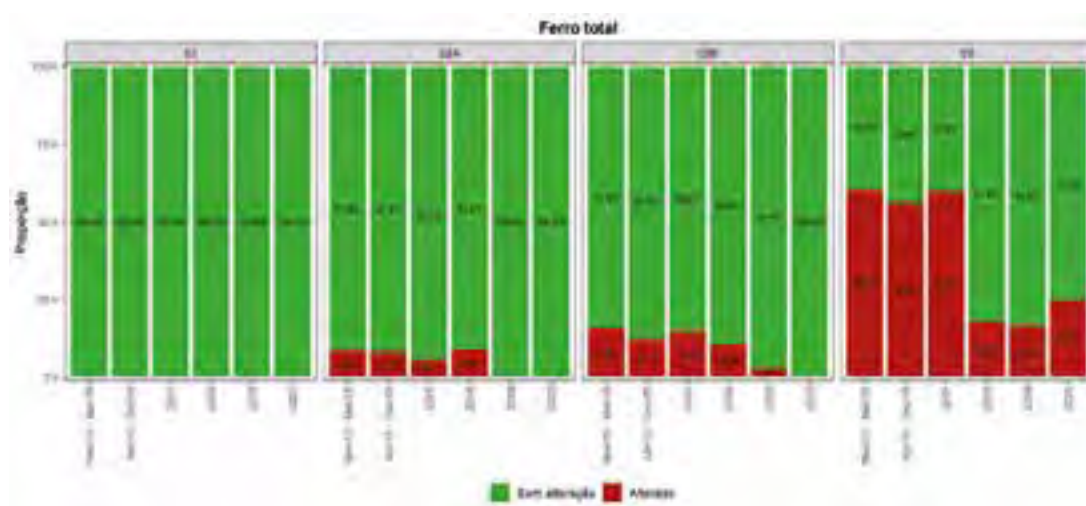


Figura 229 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento ferro.



Manganês: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento manganês em todos os compartimentos analisados. As concentrações dessa Campanha realizada após a cheia de 2020 ficaram superiores às demais medidas nas estações AF1, AF4, AF6, AF7, AF11, AF14 e AF18 que situam-se respectivamente no Dique S4, nas imediações da cidade de Rio Doce, no rio Doce à montante do Parque Estadual do Rio Doce (PERD), nas imediações de Pedra Corrida, à jusante de Governador Valadares e Resplendor. Já as concentrações das estações AF15 (Tumiritinga), AF16 (Barra do Cuité), AF17 (Conselheiro Pena), AF20 (Baixo Guandu), AF21 (Itapina) e AF22 (Colatina) ficaram significativamente mais elevadas, como mostra o gráfico da Figura 230.

O fator de contaminação realizado (Figura 231), indica que no AF4, AF15 e AF21 o FC foi classificado como contaminação elevada, já em Governador Valadares, estação AF13 (montante da cidade de Governador Valadares) a classificação foi de considerável.

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 232 e da Figura 233, mostra que as concentrações ficaram elevadas nos compartimentos analisados, sendo inclusive superiores aos limites estabelecidos para UET nos Compartimentos 1 e 2B. No Compartimento 3 algumas amostras apresentaram concentrações superiores ao máximo histórico, conforme pode ser visto no gráfico da Figura 233 no qual é possível identificar um aumento percentual de amostras com concentrações superiores ao máximo histórico devido ao evento da cheia de 2020. Importante destacar que, igualmente ao ferro, este elemento apresentava-se com tendência de redução nos anos de 2018 e 2019.

Figura 230 – Concentrações de manganês entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

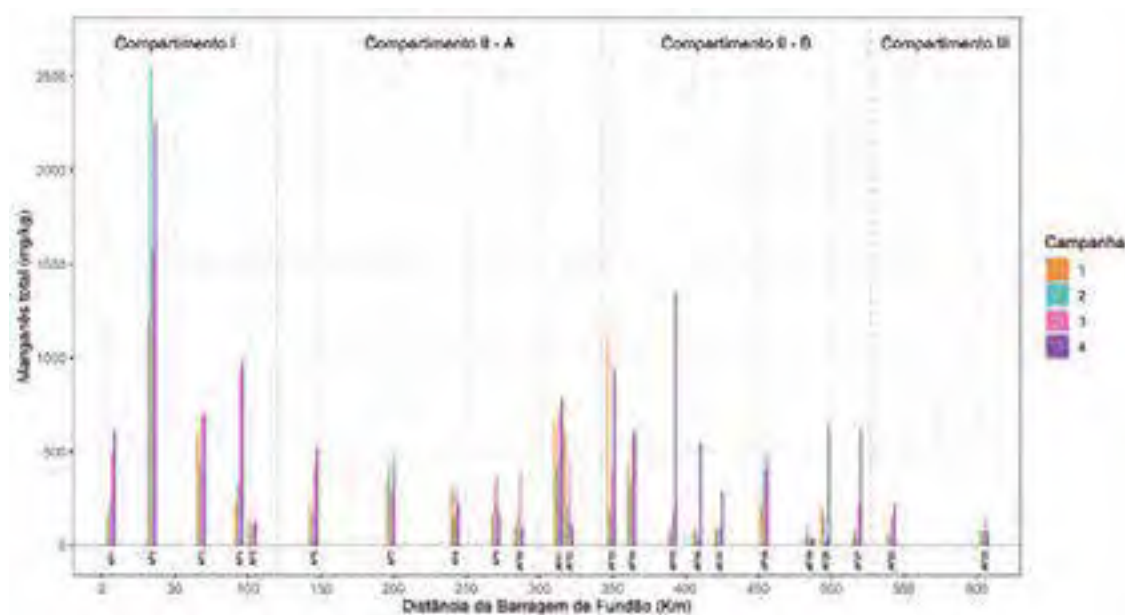


Figura 231 – Fatores de contaminação do manganês realizada com base em dados primários.

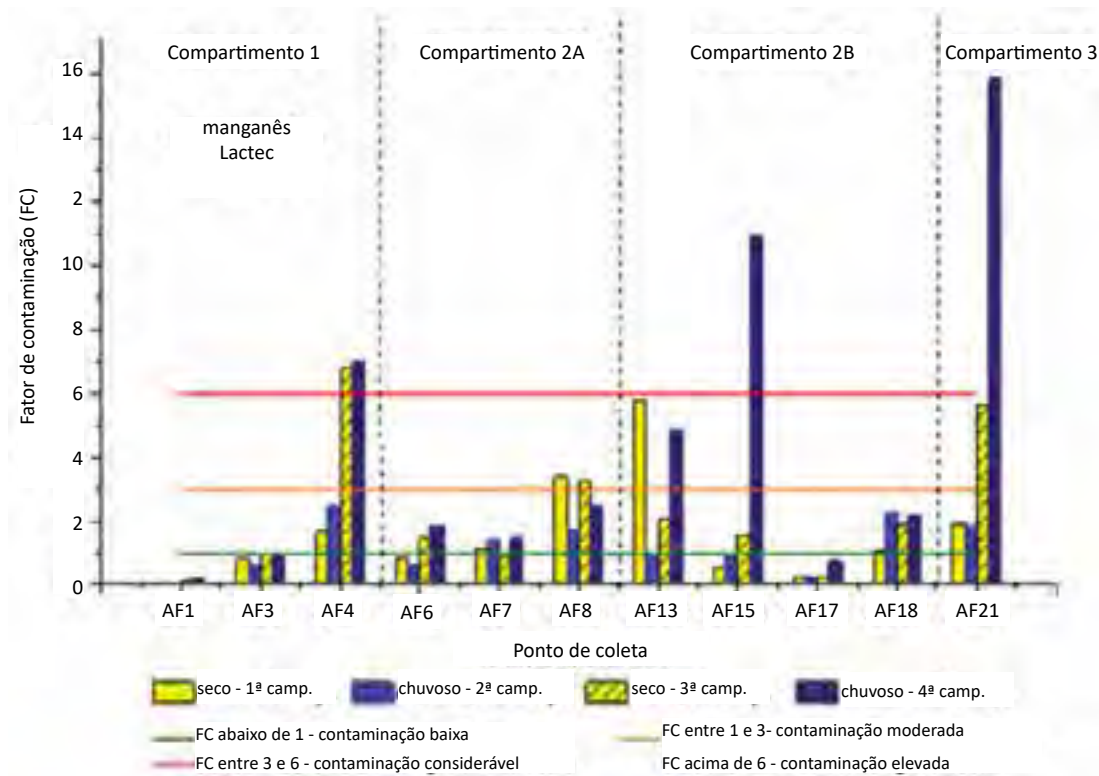


Figura 232 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento manganês.

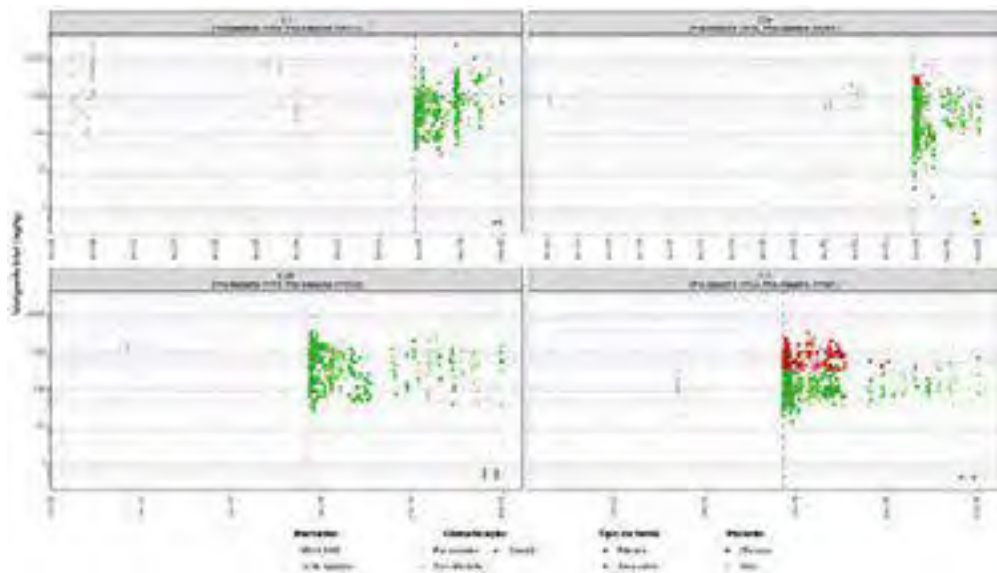
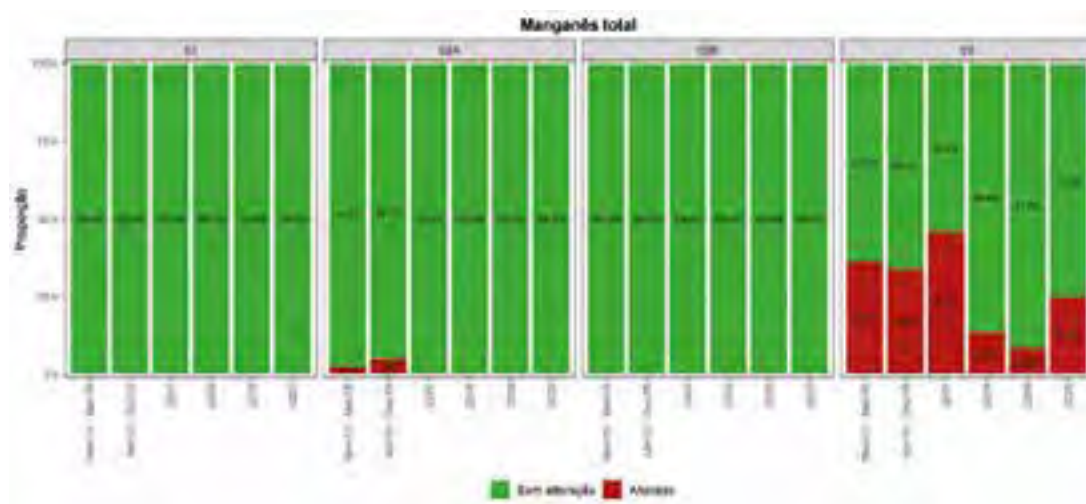


Figura 233 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento manganês.



Níquel: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, também houve aumento da concentração do elemento níquel em todos os compartimentos analisados. As concentrações dessa campanha, referentes a cheia de 2020, ficaram superiores às demais medidas nas estações AF1, AF5, AF6, AF15, AF16, AF17, AF20, AF21 e AF22 que se situam respectivamente no Dique S4, à jusante da UHE Risoleta Neves, nas mediações da cidade de Tumiritinga, Barra do Cuieté, Conselheiro Pena, Baixo Guandu, Itapina e Colatina (Figura 234).

Para o fator de contaminação, as concentrações de níquel mostraram que no AF15 e AF21 a classificação é de contaminação elevada (Figura 235).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 236 e da Figura 237, mostra que de fato as concentrações ficaram elevadas nos compartimentos analisados, sendo até superior ao Nível 1 da Resolução CONAMA 454/2012 nos Compartimentos 1, 2A e 2B porém inferiores ao máximo histórico.

Figura 234 – Concentrações de níquel entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

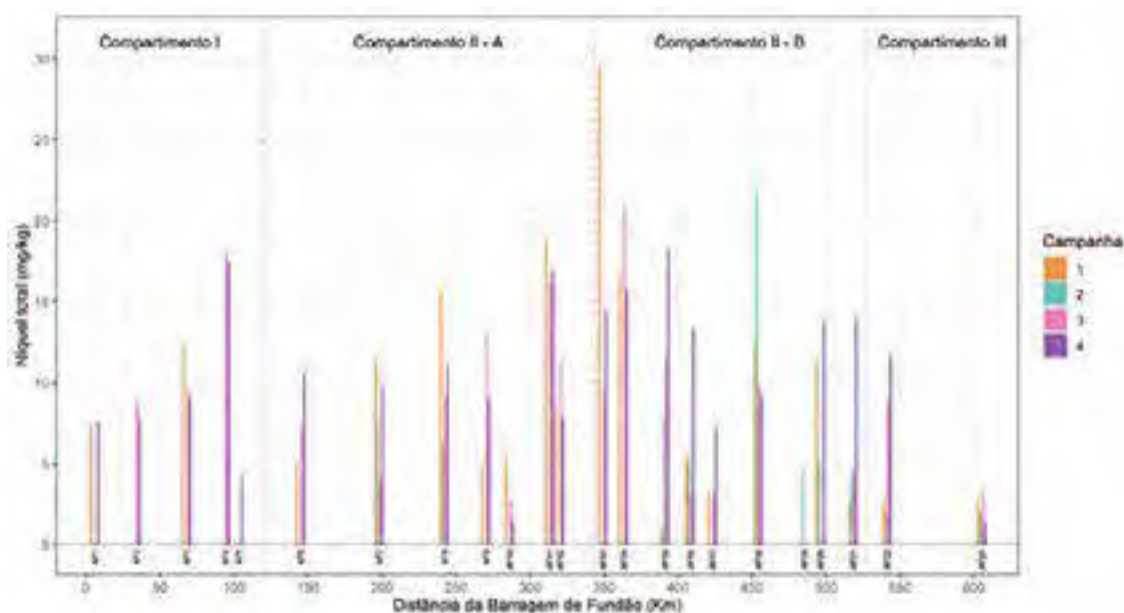


Figura 235 – Fatores de contaminação do níquel realizada com base em dados primários.

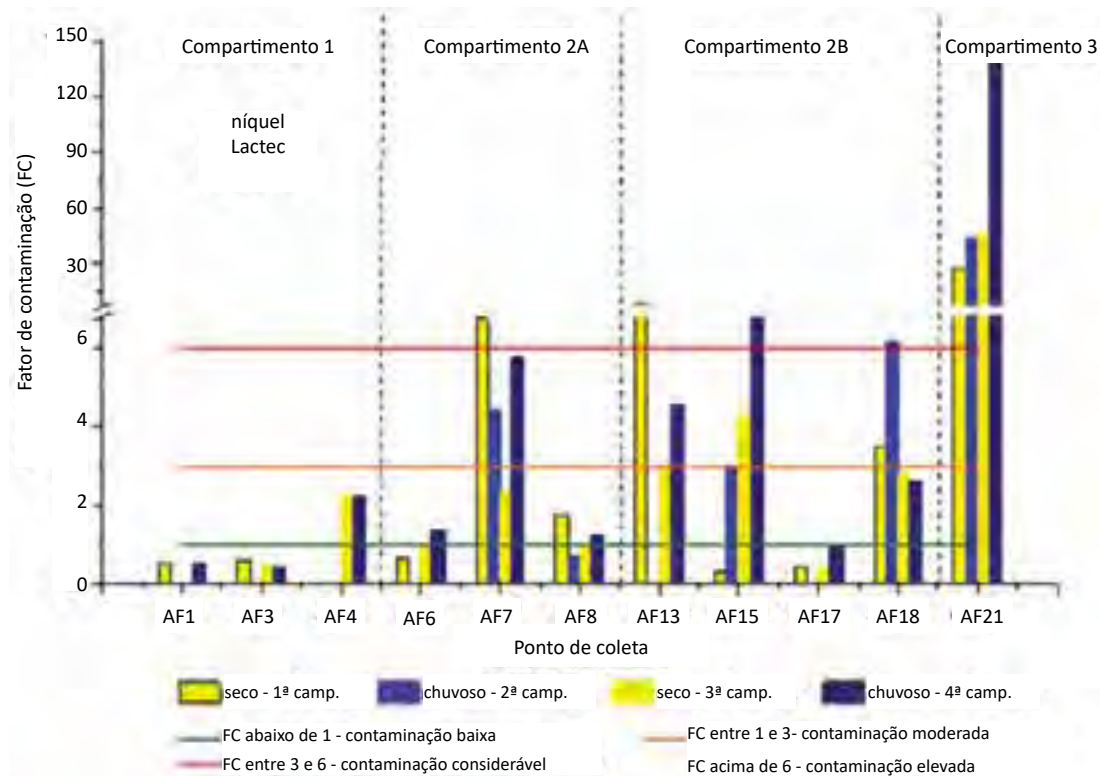


Figura 236 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento níquel.

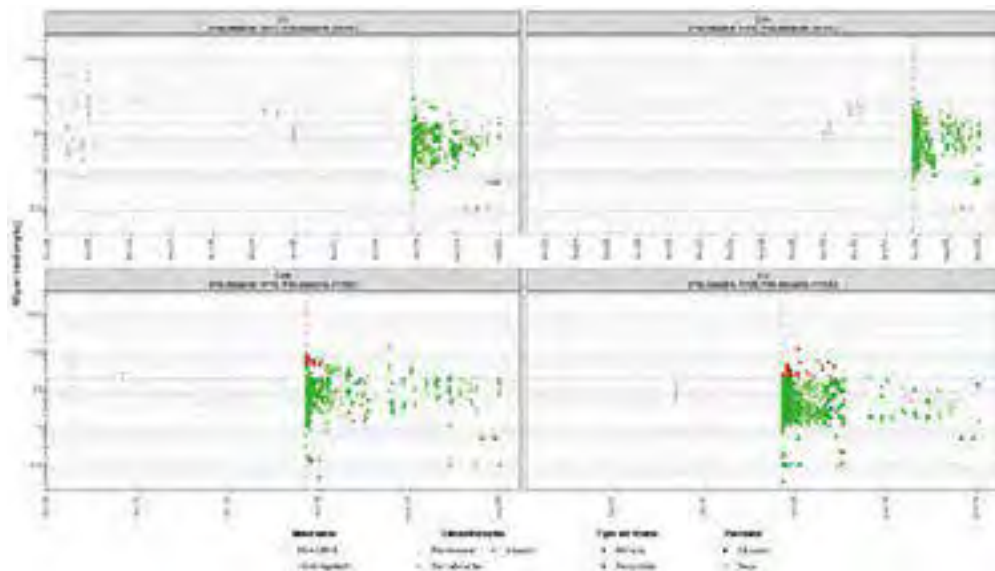
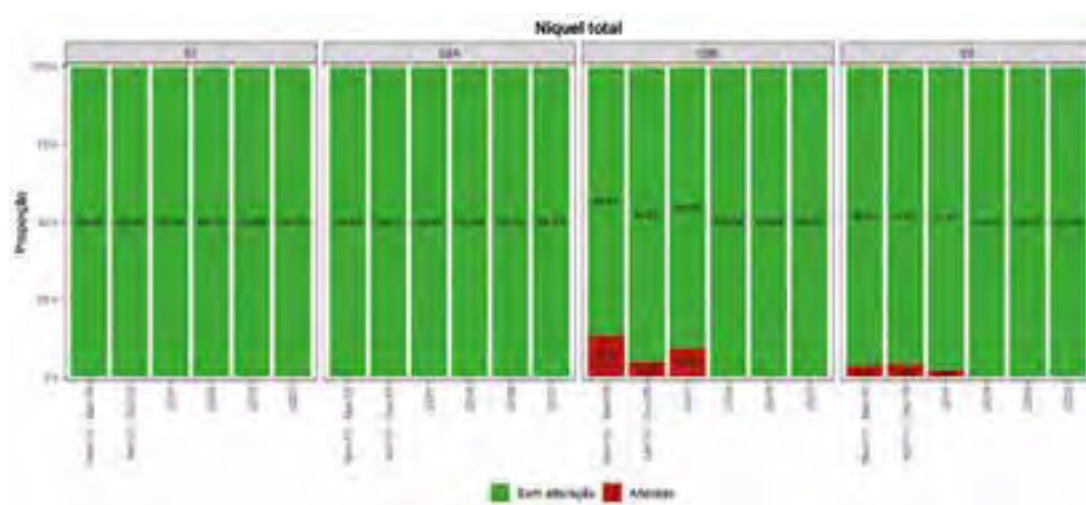


Figura 237 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento níquel.



Zinco: Na comparação entre as campanhas realizadas pelo Lactec, houve aumento da concentração do elemento zinco no Compartimento 1, 2B e 3. As concentrações dessa Campanha ficaram superiores às demais medidas nas estações AF4, AF15, AF16, AF17, AF20, AF21, AF22 e AF23 que se situam respectivamente à jusante da UHE Risoleta Neves, nas mediações da cidade de Tumiritinga, Barra do Cuieté, Conselheiro Pena, Baixo Guandu, Itapina, Colatina e Linhares (Figura 238). Para o fator de contaminação, as concentrações de zinco mostraram que na AF21 a classificação é de contaminação elevada (Figura 239).

A análise temporal comparativa realizada entre os dados primários e secundários, apresentada nos gráficos da Figura 240 e da Figura 241, mostra que as concentrações ficaram elevadas nos compartimentos analisados, porém ficaram inferiores ao máximo histórico e ao Nível 1 do CONAMA.

Figura 238 – Concentrações de zinco entre as estações analisadas para as quatro campanhas.

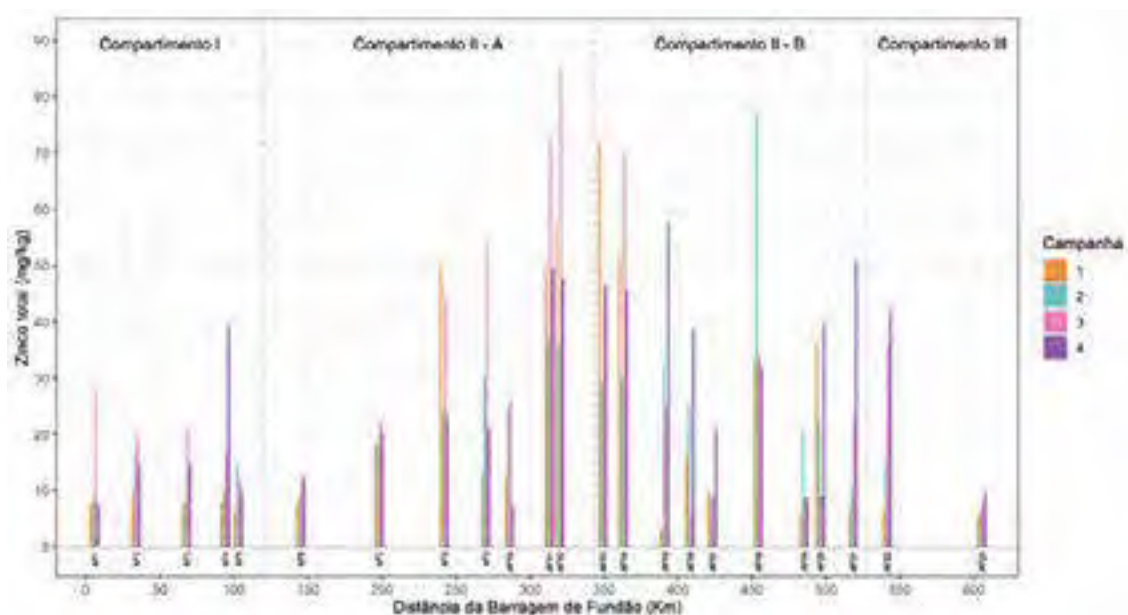


Figura 239 – Fatores de contaminação do zinco realizada com base em dados primários.

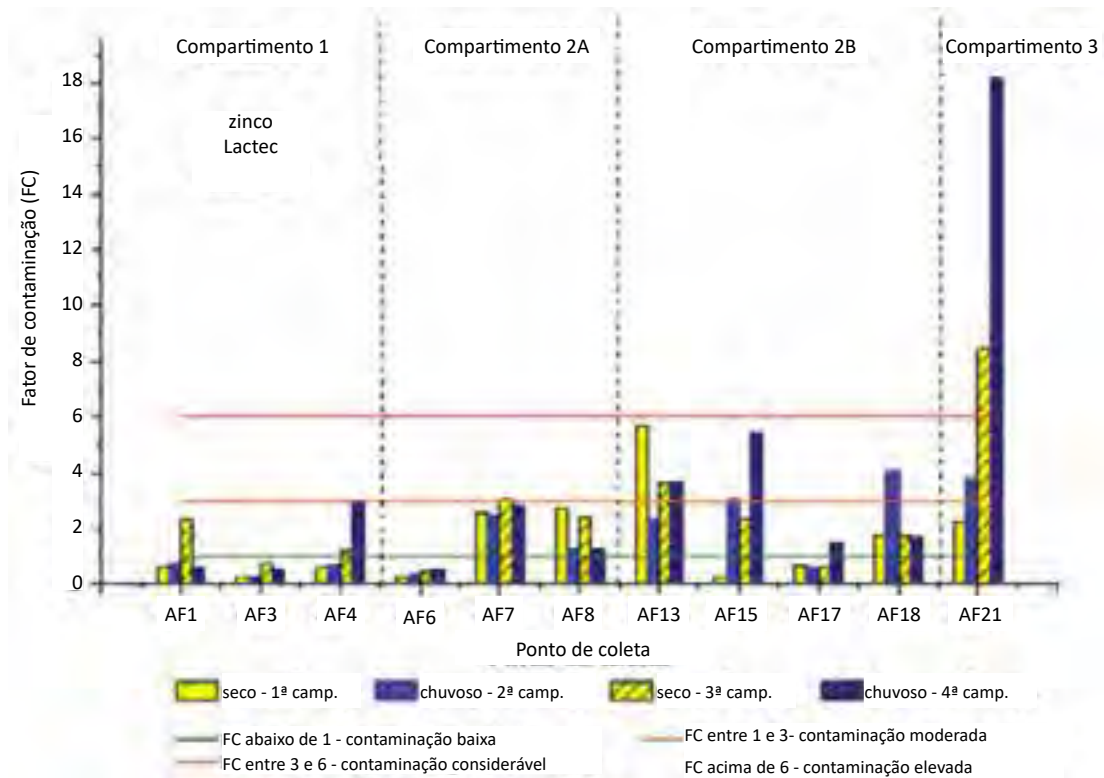


Figura 240 – Integração dos dados pré e pós-desastre para identificação dos valores que ficaram acima do limite histórico para o elemento zinco.

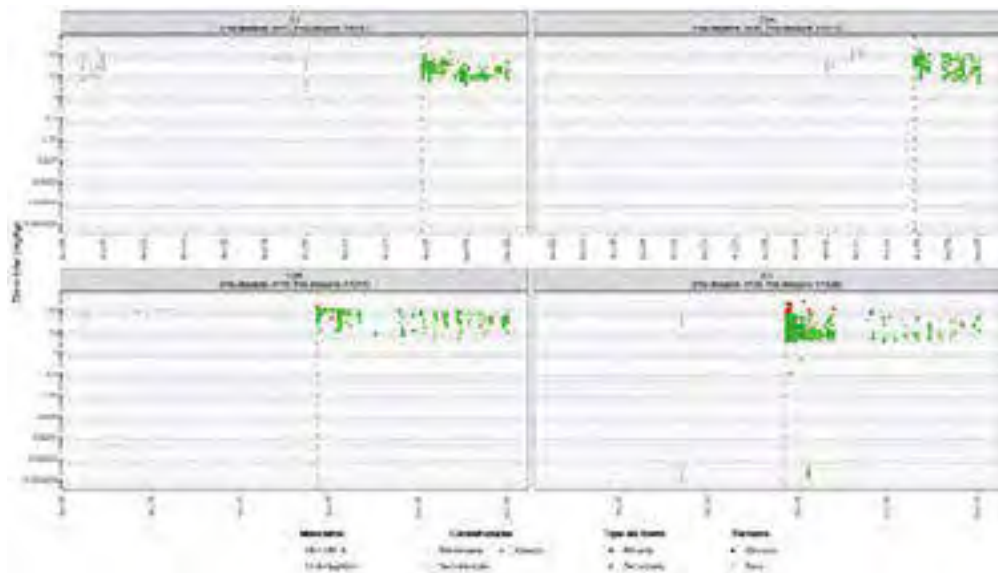
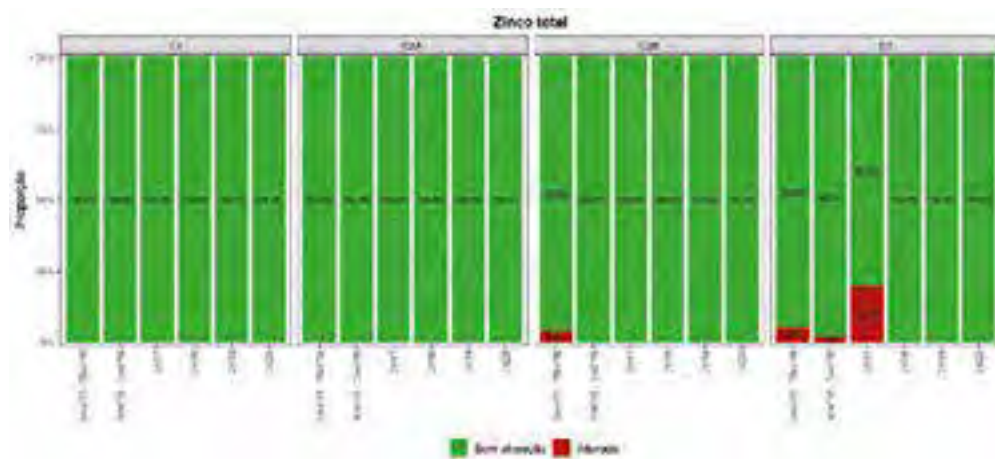


Figura 241 – Gráfico da distribuição percentual do dano para o elemento zinco.

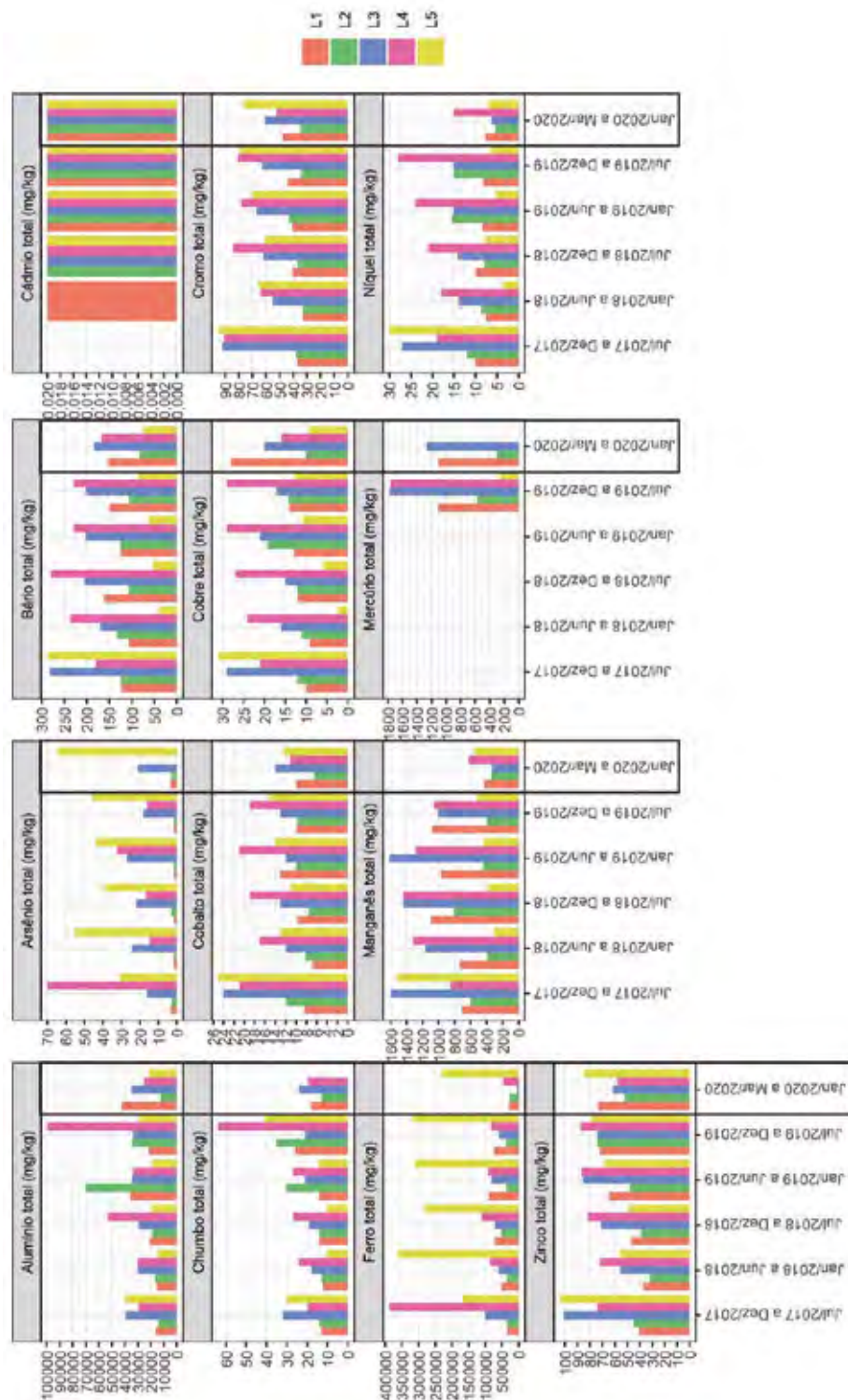


6.1.2.2 Ambiente Lacustre

Para entendimento das variações químicas ocorridas nestes ambientes, foram realizadas análises estatísticas baseadas na integração dos dados primários e nos dados advindos do PMQQS referente as lagoas situadas no estado do Espírito Santo, denominadas de L1 – Lagoa do Limão, L2 – Lagoa Nova, L3 – Lagoa Juparanã, L4 – Lagoa do Areão (Pandolfi) e L5 – Lagoa Areal.

Estas análises mostraram que não houve alteração significativa, ou seja, as concentrações químicas não foram superiores às demais campanhas analisadas. As concentrações dos elementos analisados para as lagoas acima citadas estão apresentadas na Figura 242 e em destaque nessa figura estão os resultados da 4ª campanha, ou seja, aquela realizada após o evento de chuvas intensas em 2020.

Figura 242 – Gráfico das concentrações dos elementos analisados para as lagoas do Espírito Santo.



6.1.2.3 Ambiente de reservatórios das usinas hidrelétricas

Para o monitoramento das usinas, a coleta dos sedimentos iniciou-se na 2ª Campanha realizada pelo Lactec, desta forma os resultados expressam as concentrações apenas de 3 campanhas.

Para a análise dos sedimentos coletados nos reservatórios das 4 usinas hidrelétricas UHE Risoleta Neves, UHE Baguari, UHE Aimorés e UHE Mascarenhas, foram gerados gráficos das campanhas 2 (01/2019), 3(07/2019) e 4 (01/2020), conforme mostra a Figura 243.

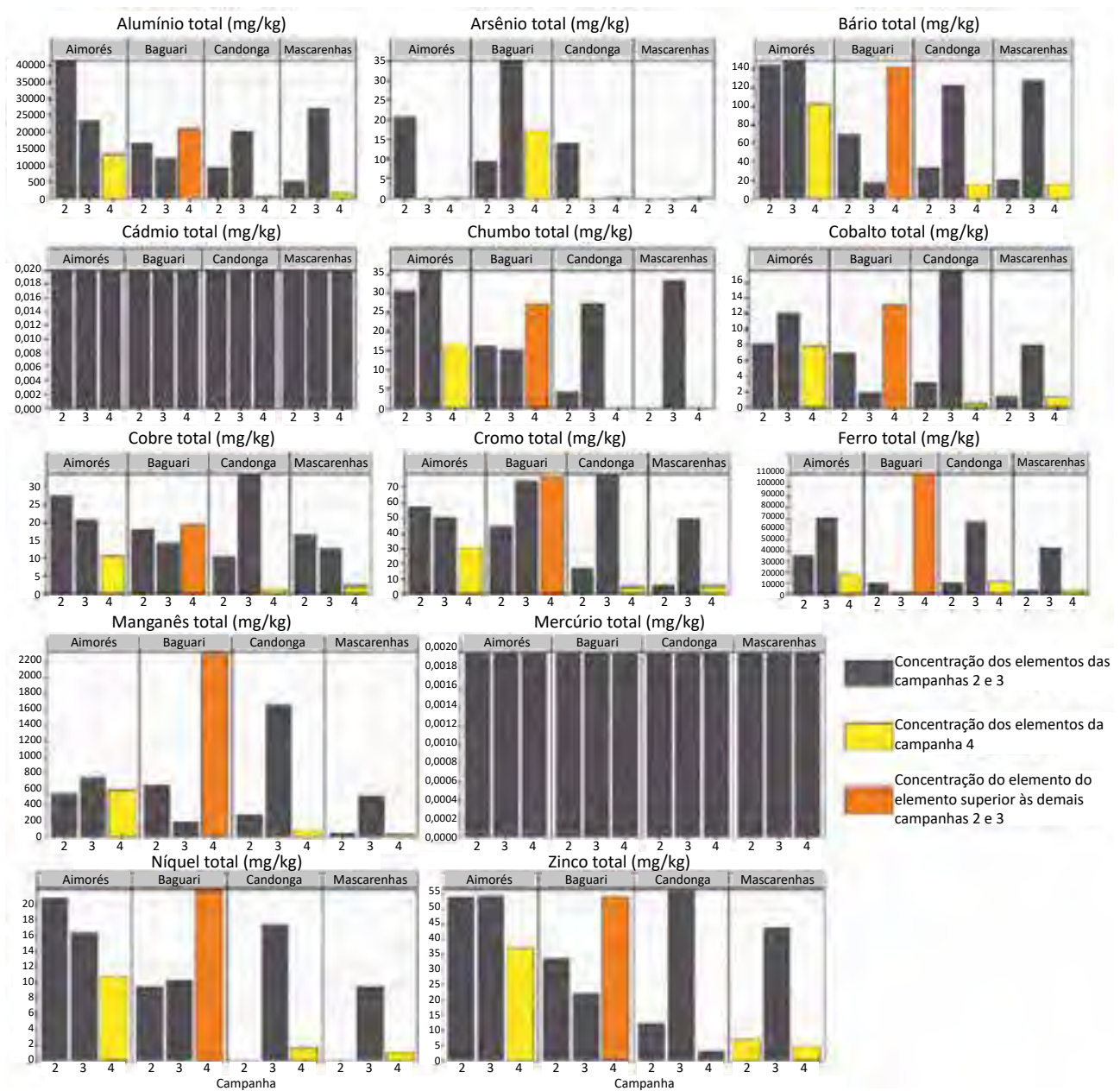
Com base nestas coletas verificou-se que as principais alterações identificadas, ocorreram na UHE Baguari, sobretudo para os elementos chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês, níquel e zinco.

Os gráficos da Figura 243, referentes a análise química de sedimentos do reservatório da UHE Baguari indicam que os elementos bário, ferro, manganês, níquel e zinco apresentaram as alterações mais expressivas decorrentes do evento da cheia de 2020. Para esses elementos, a Tabela 29 apresenta os valores absolutos das concentrações com destaque para a referida Campanha 4.

Tabela 29 – Concentrações dos elementos presentes nos sedimentos, que tiveram aumento expressivo na UHE Baguari na 4ª campanha.

	Bário (mg/kg)	Ferro (mg/kg)	Manganês (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Zinco (mg/kg)
Campanha 2	69,92	9423	658	9,55	33,5
Campanha 3	17,06	1305	190	10,38	22,4
Campanha 4	143	110800	2309	21,88	54,3

Figura 243 – Concentração dos elementos que tiveram aumento com a chuva de 2020 nas usinas monitoradas.



6.1.3 RESULTADOS DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS DOS SEDIMENTOS

Assim como para a análise química, a análise granulométrica realizada para os sedimentos seguiu a diferenciação entre os ambientes fluviais, lacustres, reservatórios e os dois pontos situados na região estuarina.

Essa análise contou com a comparação dos resultados obtidos nas campanhas anteriores realizadas pelo Lactec e dados secundários detalhados no TOMO II – Ambientes Aquáticos Continentais (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b). Para os reservatórios foram utilizados apenas os dados primários e por fim, para o ambiente lacustre, foram utilizados os dados primários e secundários advindos do PMQQS.

A nomenclatura dos dados primários analisados está apresentada na Tabela 28 e as datas de coleta das campanhas realizadas, como já descrito anteriormente, foram 07/2018, 01/2019, 07/2019 e 01/2020.

Nessa análise granulométrica, os sedimentos foram classificados com base no tamanho da partícula de acordo com o Boletim Técnico 106 do Instituto Agrônomo de Campinas (CAMARGO *et al.*, 2009), que foi a classificação adotada pelo laboratório acreditado, contratado para a realização dos ensaios físico-químicos. A Tabela 30 apresenta a classificação granulométrica do sedimento, de acordo com o tamanho da partícula do referido Boletim Técnico.

Tabela 30 – Classificação granulométrica de sedimento de acordo com o tamanho da partícula.

Classificação	(mm)
Areia muito grossa	2 a 1
Areia grossa	1 a 0,5
Areia média	0,5 a 0,25
Areia fina	0,25 a 0,125
Areia muito fina	0,125 a 0,062
Silte	0,062 a 0,0394
Argila	< 0,0394

Fonte: Camargo *et al.*, (2009).

6.1.3.1 Ambiente Fluvial

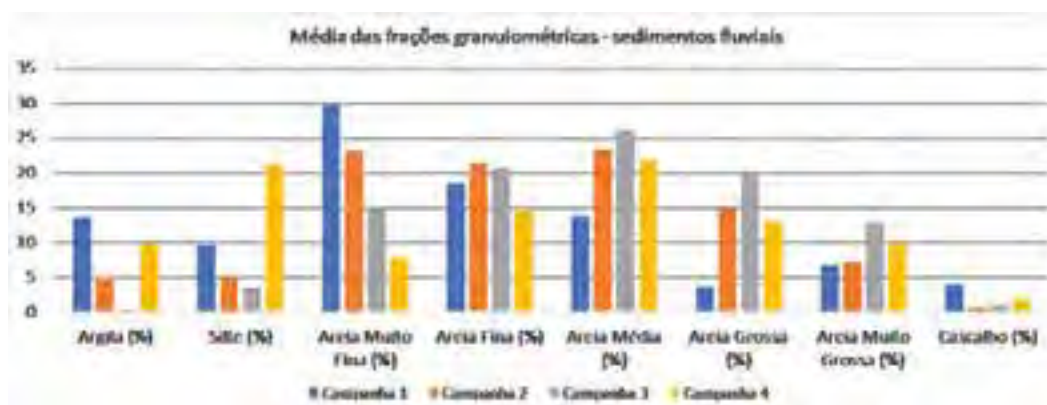
Para o ambiente fluvial, ou seja, para os sedimentos coletados no interior da calha das drenagens que receberam o aporte da lama de rejeitos a análise seguiu com a mesma divisão entre os compartimentos, uma vez esta subdivisão reflete as diferentes características geomorfológicas e hidrológicas entre eles.

De forma igual à análise química os dados aqui apresentados serão referentes às análises comparativas entre os resultados das coletas dos sedimentos realizados pelo Lactec e na sequência a análise de todos os resultados, ou seja, dos dados pré e pós-desastre. Cabe destacar que os dados provenientes de outras fontes não apresentam a subdivisão de detalhamento da fração areia (areia muito fina, areia fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa), desta forma, para estas análises integradas, optou-se apenas em realizar comparações entre as frações areia, silte e argila.

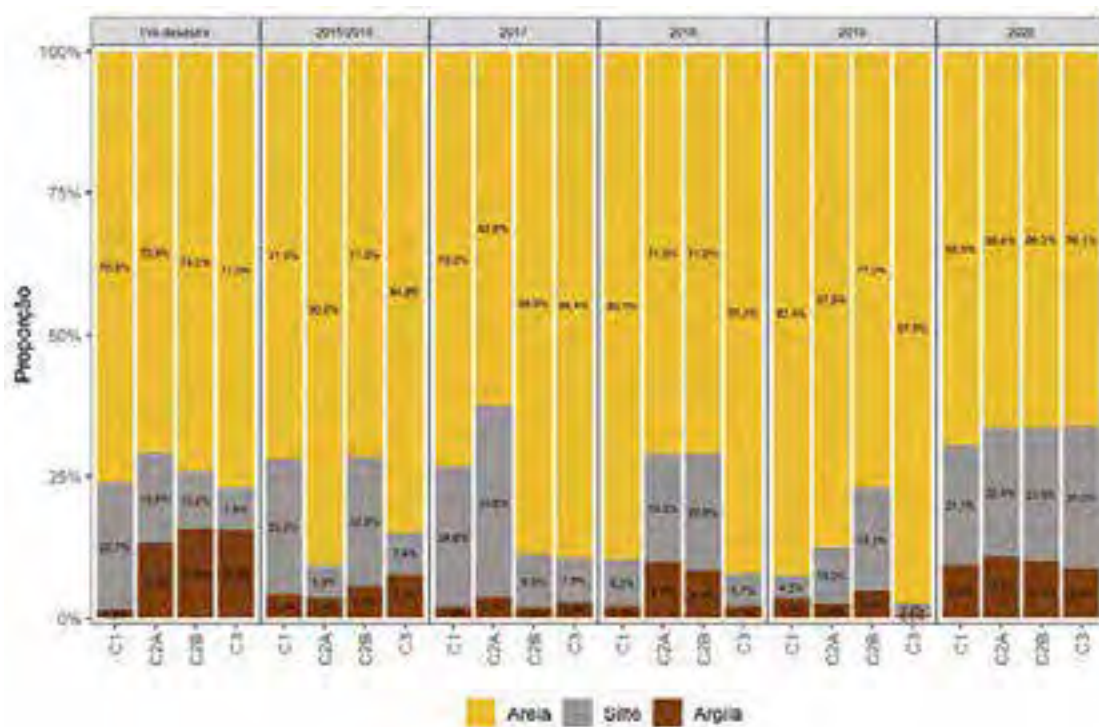
Para a análise comparativa dos resultados primários, foi realizada a média de cada fração analisada. Como mostra o gráfico da Figura 244. O resultado obtido entre essas frações mostra que na Campanha 4, ou seja, na Campanha realizada após o evento de fortes chuvas em 2020, houve um aumento expressivo na fração silte. Enquanto na Campanha 1 esta fração era de apenas 9,70%, nesta última campanha, subiu para 21,17%. Para as demais frações, de forma geral, verificou-se que houve um aumento da fração argila e diminuição nas frações das areias.

Como resultado dessa análise, verifica-se que as fortes chuvas que incidiram na Bacia do rio Doce, favoreceram a remobilização de sedimentos e propiciaram a deposição aumento das frações mais finas, ou seja, silte e argila e conseqüentemente uma diminuição nas frações de areia e cascalho.

Figura 244 – Média das frações granulométricas realizada a partir dos sedimentos intracalha que receberam o aporte da lama de rejeito.



Para a análise realizada a partir dos dados pré e pós-desastre, separadas de forma temporal, conforme apresenta a Figura 245, identificou-se que para os resultados de 2020, de forma geral houve um acréscimo de sedimentos finos (argila e silte) e um decréscimo de areia.

Figura 245 – Análise granulométrica realizada em período pré-desastre e pós-desastre.

6.1.3.1.1 Fração argila

De forma detalhada para o Compartimento 1 houve um acréscimo de argila que suplantou os sedimentos pré-desastre, além dos períodos de 2015 a 2019. Para o Compartimento 2A e 2B, verificou-se que as porcentagens de argila não foram superiores ao período pré-desastre, porém foram superiores ao período pós-desastre. Atualmente a porcentagem de argila nesses compartimentos está em 10,8% e 10%.

Para o Compartimento 3 a fração argila teve um comportamento semelhante ao Compartimento 2, porém havia uma tendência à redução entre os anos de 2016, 2017 e 2018. Em 2019 essa fração estava em 0,5% e com a energia das fortes chuvas em 2020, com a ressuspensão do material retido intracalha além da remoção de material das margens, a porcentagem de argila elevou-se novamente para 8,9%.

6.1.3.1.2 Fração silte

As porcentagens da fração silte após a chuva de 2020, mostram que, em comparação ao período pré-desastre no Compartimento 1, ficaram muito próximas, ou seja de 20,7% passou para 21,1%, entretanto, para os Compartimentos 2 e 3 essa porcentagem aumentou. Inicialmente de 15,8%, 10,2% e 7,5% passou para 22,8%, 23,8%, 23,6% e 25% respectivamente. Esse incremento da fração silte foi observada também se comparando aos períodos pós-desastre em anos anteriores.

A comparação entre o ano de 2019 e 2020 esse incremento ocorreu no Compartimento 1 e 2 e foi substancial para o Compartimento 3 que era em 2019 de 2% e atualmente está em 25%.

6.1.3.1.3 Fração areia

Após a identificação no aumento das porcentagens das frações argila e silte em 2020, nessas mesmas proporções, consequentemente houve a diminuição da fração areia nesse ano.

Em comparação ao período pré-desastre as porcentagens de areia para todos os compartimentos analisados diminuíram. Os valores iniciais eram de 76%, 70,9%, 74% e 77% que passaram respectivamente para 69,5%, 66,4%, 66,3% e 66,1%. Além dessa comparação, houve uma mudança brusca comparada ao ano anterior. Em 2019 a areia era predominava entre os compartimentos em 92,4%, 87,5%, 77% e 97,5%.

De uma forma geral, as comparações realizadas entre as campanhas do Lactec e as com os dados disponíveis em bibliografias e programas de monitoramento da Bacia do rio Doce mostraram uma diminuição de sedimentos arenosos e o incremento de frações mais finas como a argila e o silte após a cheia de 2020.

6.1.3.2 Ambiente Lacustre

A metodologia utilizada na análise da granulometria do ambiente lacustre é a mesma adotada para o ambiente fluvial conforme descrito anteriormente. Para essas análises serão mantidas as nomenclaturas das lagoas, conforme: L1 – Lagoa do Limão, L2 – Lagoa Nova, L3 – Lagoa Juparanã, L4 – Lagoa do Areão (Pandolfi) e L5 – Lagoa Areal.

De uma forma geral, integrando os dados granulométricos obtidos pelas campanhas do Lactec para todas as lagoas, verificou-se que a partir da média entre todas elas houve um aumento da porcentagem da fração argila, conforme mostra a Figura 246, que é corroborada pelos dados do gráfico da Figura 247. Nesse último gráfico verificou-se um aumento da fração argila em comparação às campanhas 2 e 3 em todas as lagoas analisadas.

A média da fração silte foi superior para todas as campanhas conforme mostra o gráfico da Figura 245 e na análise individual por lagoa e Campanha (Figura 246), identificou-se que houve o aumento da porcentagem desta granulometria para as lagoas analisadas, exceto a Lagoa do Areão (L4), que mesmo elevado (12,98%) não excedeu o valor da Campanha 1 (42,4%).

Para as demais frações, que englobam todas as frações de areia e cascalho, conforme mencionado, houve uma redução com o evento da chuva de 2020.

Figura 246 – Média das frações granulométricas realizadas para as lagoas com base nos dados coletados pelo Lactec.

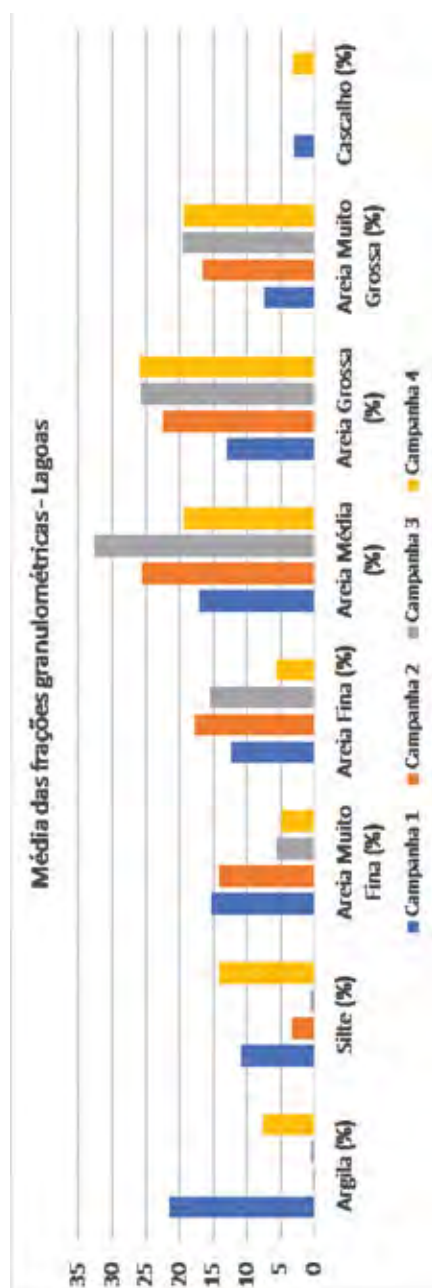
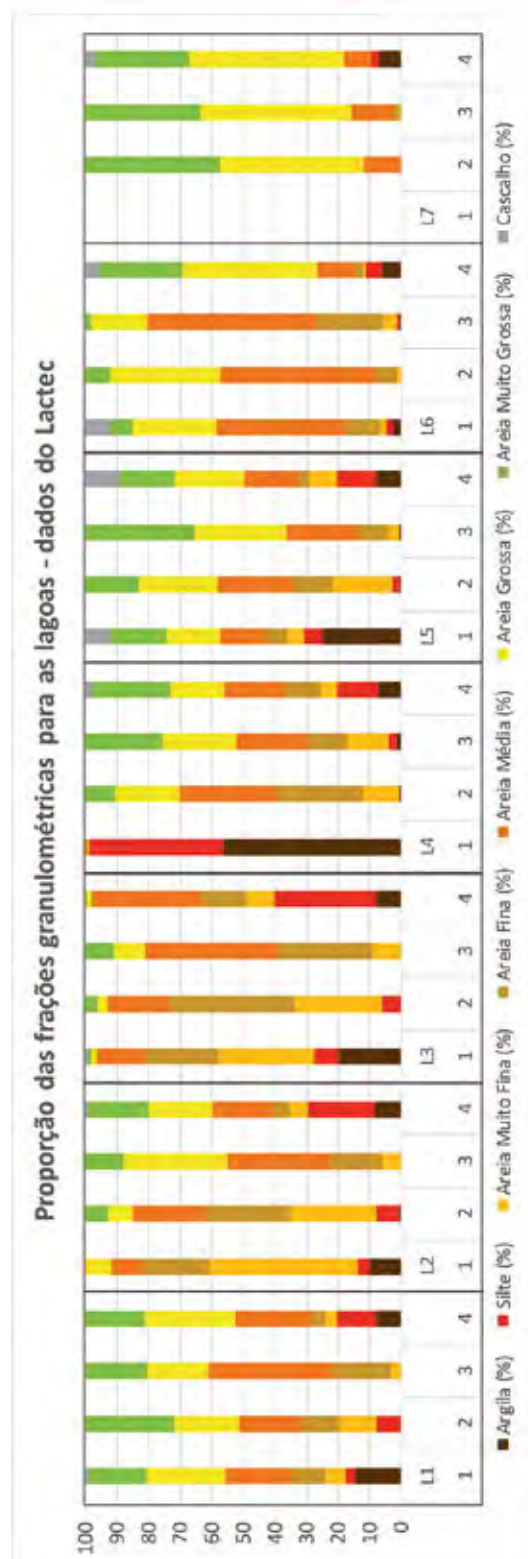


Figura 247 – Proporção das frações granulométricas para as lagoas - dados do Lactec.



6.1.3.3 Ambiente de reservatórios das usinas hidrelétricas

A coleta de sedimentos, como já mencionado anteriormente iniciou a partir da segunda Campanha do Lactec e os dados aqui apresentados referem-se às campanhas 2, 3 e 4.

De uma forma geral, as médias observadas no gráfico da Figura 248 mostram que houve um aumento da porcentagem das frações argila, silte e areia fina e consequentemente um decréscimo das frações areia muito fina, areia média, areia grossa e areia muito grossa. Nessa análise a porcentagem dos cascalhos não foram consideradas, dado que em 2020 o valor desta fração foi de 0%, ou seja, ausente.

De forma mais detalhada, as frações foram separadas para cada usina e por campanha, como mostra o gráfico da Figura 249. A partir dos resultados expressos nesse gráfico, identificou-se o aumento da fração argila nessa Campanha após a cheia, sobretudo nos sedimentos dos reservatórios das UHE's Baguari, Aimorés e Mascarenhas. O silte e areia fina aumentaram no reservatório da UHE Risoleta Neves, enquanto as demais frações tiveram consequentemente um decréscimo.

Figura 248 – Média das frações granulométricas obtidas para os sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas – coleta Lactec.

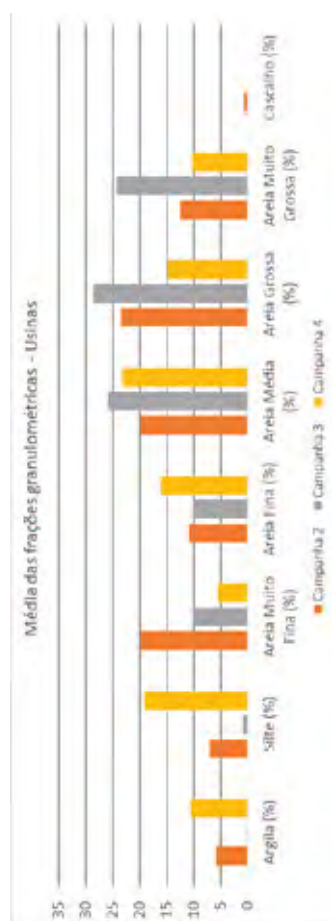
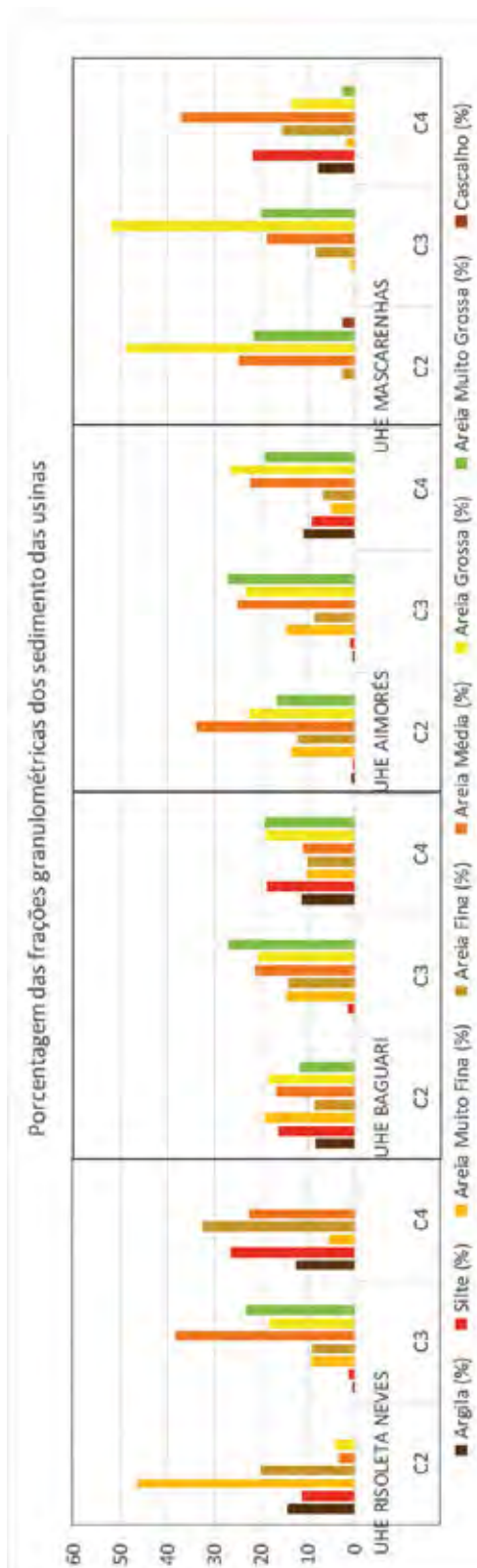


Figura 249 – Porcentagem das frações granulométricas separadas para cada Campanha de coleta das usinas hidrelétricas a partir da coleta realizada pelo Lactec.



6.1.4 CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS SEDIMENTOS

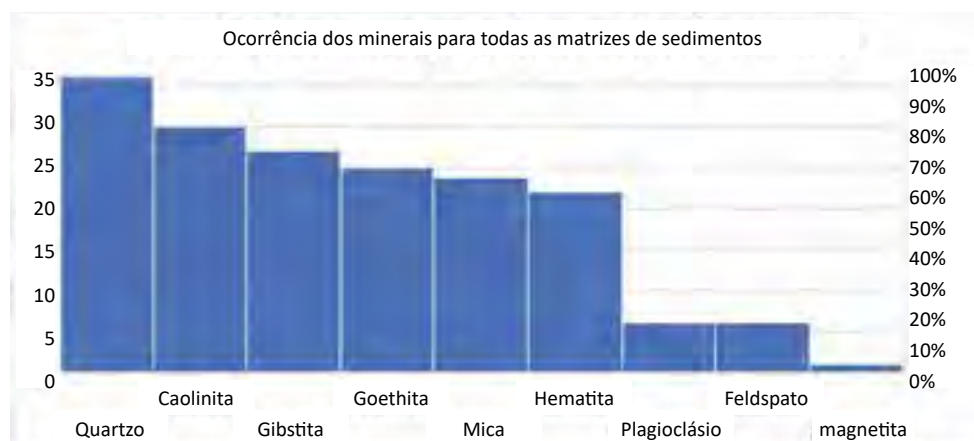
Para todas as estações amostrais apresentadas na Tabela 28, além da caracterização química e granulométrica, foram realizadas para os sedimentos da Campanha 4, as caracterizações mineralógicas pela técnica de difratometria de raios X (DRX).

De forma geral os resultados obtidos nessa análise, foram realizados de forma integrada, ou seja, dados das matrizes dos ambientes fluviais, lacustres e dos reservatórios e também de forma individual para cada matriz.

Nessa análise ao total foram 36 amostras sendo 25 do ambiente fluvial, 7 lagoas e 4 de usinas hidrelétricas. Os minerais encontrados nessa caracterização foram: quartzo, hematita, gibsitita, goethita, mica, caulinita, plagioclásio, feldspato alcalino e magnetita.

A análise integrada entre todos os sedimentos analisados realizada a partir dos dados apresentados no gráfico da Figura 250, mostra em ordem de ocorrência que o quartzo é o mineral mais abundante e presente em 100% das amostras. O segundo mineral é a caulinita, seguido da gibsitita, goethita, mica, hematita, plagioclásio, feldspato e por último a magnetita.

Figura 250 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para todas as amostras coletadas.



6.1.4.1 Mineralogia dos sedimentos fluviais

Para os sedimentos fluviais, ou seja, aqueles coletados no interior da calha dos rios afetados pela lama de rejeito, verificou-se a presença majoritária do mineral quartzo, seguido pela caulinita, gibsitita, goethita, hematita, mica, plagioclásio e por último o feldspato.

A assembleia mineral é reflexo das diferentes contribuições geológicas que ocorrem ao longo da extensão fluvial. Os contínuos processos de erosão e intemperismo sobre estas rochas resultam no carregamento destes minerais para os afluentes e principalmente para o rio Doce. Os minerais de caulinita estão associados ao intemperismo de rochas alcalinas como os granitos, granitoides, migmatitos e demais rochas. Da mesma forma, as micas, plagioclásio e feldspato também tem sua origem a partir da desagregação de rochas intrusivas e metamórficas, presentes quase em toda a extensão do rio Doce. O perfil da Figura 251, mostra a distribuição litológica da seção estudada.

De forma resumida, a presença do mineral goethita se dá em 72% das amostras de sedimentos intracalha e da hematita em 68%, indicadas no gráfico da Figura 253, cuja proveniência, conforme mencionado, é compatível aos sedimentos oriundos dos processos de intemperismo das rochas do Quadrilátero Ferrífero, bem como da lama de rejeitos da barragem de Fundão que tem sua origem a partir de processos de beneficiamento das rochas itabiríticas da Formação Cauê, exclusiva do QF.

[illegible]

Ocorrência dos minerais nos sedimentos fluviais

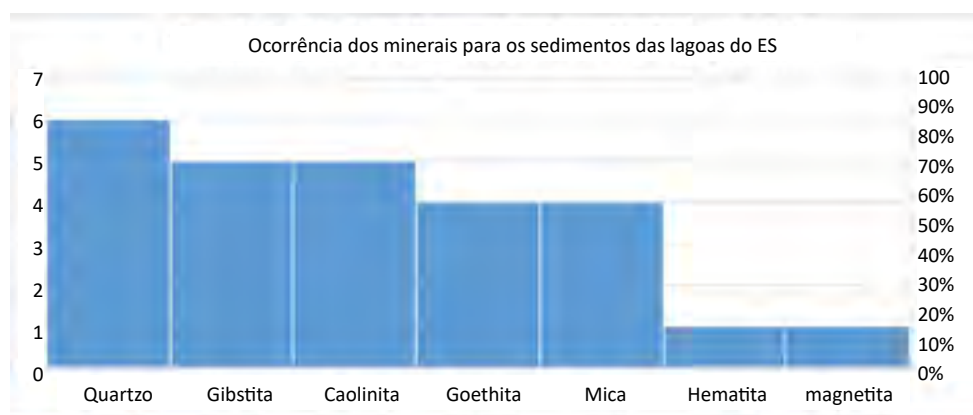
Mineral	Ocorrência
Quartzo	25
Caolinita	22
Gibstita	19
Goethita	18
Hematita	17
Mica	17
Plagioclásio	5
Feldspato	5

6.1.4.2 Mineralogia dos sedimentos das lagoas do Espírito Santo

A análise mineralógica foi realizada para todas as lagoas analisadas no ambiente continental, conforme descrito, a saber: L1 – Lagoa do Limão, L2 – Lagoa Nova, L3 – Lagoa Juparanã, L4 – Lagoa do Areão (Pandolfi) e L5 – Lagoa Areal e também a situada no ambiente marinho, a Lagoa Juparanã (L6 e L7).

Os minerais constituintes destes ambientes são provenientes tanto do aporte do material marginal, quanto de eventuais ressuspensões de sedimentos de fundo em eventos de cheia. Nestas condições, a entrada de água do rio Doce nestes ambientes pode carrear diferentes assembleias minerais. Desta forma os principais minerais identificados foram quartzo, gibsitita e caolinita e também minerais de goethita (60% das lagoas), hematita e até magnetita em 10% das amostras (Figura 253) que possuem como origem natural, as rochas do QF, de acordo ao anteriormente exposto.

Figura 253 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para os sedimentos das lagoas do Espírito Santo.



6.1.4.3 Mineralogia dos sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas

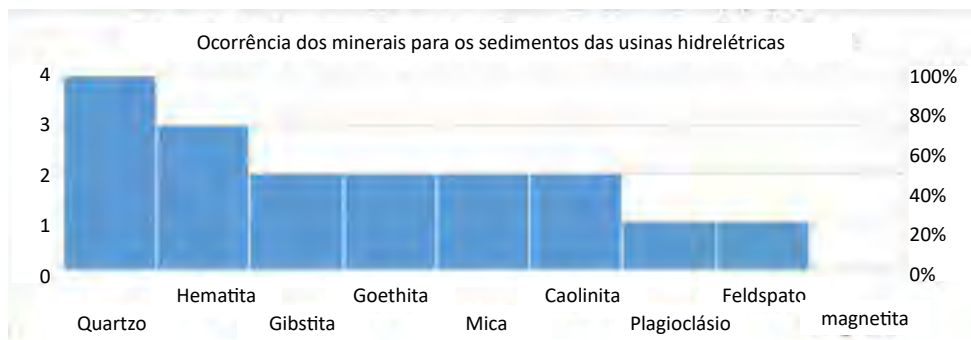
Os sedimentos das usinas hidrelétrica apresentam assembleia mineral semelhante aos sedimentos fluviais. Na UHE Risoleta Neves foram identificados os minerais de quartzo e hematita, na UHE Baguari, foram identificados os minerais de quartzo, hematita, gibsitita, goethita, mica e caolinita, sendo esses mesmos minerais presentes no reservatório da UHE Aimorés.

Por fim, na última usina, ou seja, na UHE Mascarenhas, situada no início do Compartimento 3, foi identificado o quartzo, plagioclásio e feldspato alcalino que não possuem sua origem associadas as rochas do QF.

De uma forma geral os reservatórios das usinas apresentaram os minerais de quartzo, hematita, gibsitita, goethita, mica, caolinita, plagioclásio e feldspato, respectivamente na ordem de predominância, conforme apresenta o gráfico da Figura 255.

Os certificados das caracterizações mineralógicas por DRX estão apresentadas no APÊNDICE A.

Figura 254 – Ordem de ocorrência dos minerais presentes nos sedimentos analisados para os sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas.



6.1.5 CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DO GRAU DE ARREDONDAMENTO DOS GRÃOS

A partir das amostras coletadas nesta campanha, logo após o evento da cheia de 2020, conforme as estações amostrais apresentadas na Figura 1, foram realizadas análises referentes ao grau de arredondamento do grau, conforme metodologia apresentada no 2º Relatório Parcial de Resultados (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019) e no TOMO II – Ambientes Aquáticos Continentais (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b).

Os resultados destas análises indicam que em 95% das amostras analisadas o grau de arredondamento foi classificado como angular. Estes grãos agulosos e sub-angulosos indicam que houve pouco transporte sedimentar e sugerem estar correlacionados aos materiais oriundos do rejeito, uma vez que em função da moagem no processo de beneficiamento, os grãos são quebrados e rompidos e, portanto, apresentam-se de forma angulosa.

A descrição completa dessa caracterização é apresentada no APÊNDICE B.

6.1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MINERALÓGICA DOS SEDIMENTOS

As análises da alteração das propriedades químicas, físicas e mineralógicas dos sedimentos, com enfoque na caracterização da eventual presença de rejeito foi realizada com base na comparação relativa entre as campanhas realizadas pelo Lactec, do fator de contaminação a partir da base de dados primários e da comparação integrada entre todas as bases de dados pré e pós-desastre.

Para o ambiente fluvial as concentrações dos elementos alumínio (Al), arsênio (As), bário (Ba), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), estrôncio (Sr), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn) tiveram um aumento das concentrações em todas as estações monitoradas em decorrência da cheia de 2020.

No que se refere ao fator de contaminação, no Compartimento 1 a contaminação foi classificada como considerável para o alumínio e chumbo e elevada para arsênio, ferro e manganês; no Compartimento 2A a contaminação dos elementos chumbo, cobalto, ferro e níquel apresenta-se considerável e para arsênio foi considerada elevada; no Compartimento 2B o alumínio, bário, cobalto, ferro e zinco a contaminação foi classificada como considerável e elevada para chumbo, cobre, estrôncio, manganês e níquel. Por fim, no Compartimento 3 o fator de contaminação foi classificado como elevado para o alumínio, bário, cobalto, estrôncio, manganês, ferro, cobre, chumbo, níquel e zinco. Cabe-se destacar que neste último compartimento, além dos fatores indicarem a contaminação elevada, as concentrações ficaram acima do máximo histórico para o alumínio, bário, cobalto, ferro, estrôncio e manganês.

A Figura 255 mostra de forma integrada os elementos classificados de acordo com o grau de contaminação, separadas por compartimentos e também com indicação daqueles que ficaram acima do máximo histórico, como comentado acima, para o Compartimento 3.

Para os sedimentos dos reservatórios das usinas hidrelétricas houve alteração significativa apenas na UHE Baguari para os elementos chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês, níquel e zinco. Dentre esses elementos, destaca-se o bário, ferro, manganês, níquel e zinco cujas concentrações tiveram aumentos expressivos, respectivamente em 104%, 1.075%, 250%, 129% e 62%.

A análise granulométrica mostrou que houve acréscimo de sedimentos finos como as frações argila e silte nos sedimentos fluviais, lacustres e das usinas, devido ao evento de fortes chuvas e cheias na bacia.

A caracterização mineralógica realizada pelo método de DRX mostrou que 69% das amostras continham a presença de goethita, em 61 % de hematita e 75% de gibsitita. A presença desses minerais indica uma proveniência compatível ao sedimento oriundo de processos de intemperismo das rochas do Quadrilátero Ferrífero, cujo o arcabouço rochoso é composto por rochas metassedimentares das formações Gandarela e Cauê.

Por fim o grau de arredondamento dos grãos realizado com base na classificação morfométrica mostrou que em 95% das amostras os grãos são angulares e, portanto, sugerem que o sedimento é resultante de pouco transporte, sendo compatível à origem da lama de rejeito, devido ao beneficiamento com a moagem dos itabiritos, conforme mencionado.

6.2 SEDIMENTOS DA ZONA COSTEIRA E MARINHA

O material liberado pelo rompimento da barragem de Fundão transportado pelo rio Doce e atingiu a costa do Espírito Santo no dia 21/11/2015, vindo a distribuir-se ao longo da costa, de acordo com o tamanho e densidade dos grãos do sedimento e das condições meteoceanográficas. Nesse contexto, alterando as características dos sedimentos superficiais do leito marinho na região da costeira adjacente à foz do rio Doce.

O início do ano de 2020 apresentou-se como um período chuvoso atípico, o evento da cheia de 2020 na bacia do rio Doce representou o maior episódio de vazão na calha do rio principal no período pós-desastre, quando foram registradas vazões de até 75 anos de tempo de retorno. Durante períodos de cheia, onde os rios apresentam maiores velocidades de escoamento superficial, é verificado um maior o potencial de remobilização de sedimentos do leito dos rios. No caso do rio Doce, durante a cheia de 2020 podem ter sido remobilizados os rejeitos depositados no fundo dos rios, nos reservatórios, nas margens dos rios, além das lagoas do Espírito Santo.

Parte desse material remobilizado foi conduzido até o estuário do rio Doce, as lagoas costeiras e a região marinha adjacente a foz do rio Doce, alterando a qualidade das águas destes locais conforme informado no item de “Qualidade de Água”. Ao se depositar, este material pode vir a alterar as características físico-químicas dos sedimentos superficiais da zona costeira. Além disso, a própria cheia pode ter vindo a mobilizar o material já depositado nestes locais, neste contexto alterando as características físico-químicas dos sedimentos da zona costeira.

De modo a investigar possíveis alterações decorrentes da cheia na qualidade dos sedimentos do estuário do rio Doce e da região Marinha adjacente afetada pelo desastre da Samarco, nesta seção são apresentados os resultados obtidos na Campanha de monitoramento realizada no início de 2020 pelo Lactec.

A discussão dos resultados foi voltada principalmente à granulometria dos sedimentos superficiais e às concentrações de ferro, manganês e alumínio no sedimento, que são considerados parâmetros de maior interesse para avaliação da influência do rejeito na qualidade dos sedimentos. Também são apresentados os resultados de outros EPTs associados ao rejeito que apresentaram aumentos de concentração na água após o desastre e que ultrapassaram os limites de referência (CONAMA nº 454/2012 (BRASIL, 2005)) na Campanha 04 (março/2020).

Os resultados aqui apresentados foram comparados com os limites do Nível 1 da resolução CONAMA nº 454/2012 (BRASIL, 2005) e, quando disponível, com as condições de qualidade do sedimento pré-rompimento. O Nível 1 da resolução CONAMA nº 454/2012 (BRASIL, 2005) representa o limiar para o qual valores inferiores a este há menor probabilidade de efeitos adversos à biota, ou seja, acima destes níveis possivelmente já são esperados efeitos negativos a biota aquática.

De forma complementar, para as variáveis que não apresentam padrões estabelecidos pelo CONAMA, foram utilizados padrões internacionais estabelecidos em publicação da *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA, dos Estados Unidos, denominada *Screening Quick Reference Tables* (BUCHMAN, 2008), que reúne padrões de qualidade dos sedimentos utilizados em diversos países em uma única publicação. Os valores utilizados são baseados em testes que avaliam os efeitos das concentrações de parâmetros de qualidade sobre a biota aquática, desta maneira são limites que caso ultrapassados, são esperados a ocorrência de efeitos sobre a biota aquática. Foram utilizados os índices de concentração provável de efeito ("Probable Effect Level" - PEL), que é a concentração acima da qual efeitos biológicos adversos ocorrem com frequência, concentração limiar de efeito ("Threshold effects level" - TEL) que é a concentração abaixo da qual efeitos biológicos adversos ocorrem raramente, e o índice de qualidade de sedimentos denominado limite de efeitos aparentes ("Apparent effects threshold" – AET) que identifica concentrações no sedimento acima das quais efeitos adversos possivelmente ocorrerão.

As campanhas do Lactec na região costeira ocorreram nos meses de julho/2018, janeiro-fevereiro/2019, agosto-setembro/2019 e março/2020, ao longo de estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, em outros estuários possivelmente afetados pelo desastre (lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu) e na região marinha adjacente a foz do rio Doce.

As estações de monitoramento na região costeira avaliadas pelo Lactec são apresentadas na Tabela 31, juntamente com suas coordenadas geográficas, e a localização pode ser visualizada na Figura 256. As estações C1, C2, C10, L6 e L7 se encontram em ambientes de transição, áreas estuárias, sendo que a estação C1 e C2 estão localizadas dentro do estuário do rio Doce, a estação C10 no estuário do rio Piraquê-açu e as estações L6 e L7 na lagoa Monsarás, em um canal mais próximo do possível recebimento de águas do rio Doce. As demais estações estão localizadas em ambiente marinho, principalmente nas proximidades da foz do rio Doce, abrangendo até 35 km ao norte da foz do rio Doce, estação C13, e até 50 km ao sul da foz do rio Doce, estação C12, localizada dentro da APA Costa das Algas. Além disso, foi realizada a avaliação dos sedimentos de praia em dois locais, ao sul (BS2) e ao norte (BS3) da foz do rio Doce, e de dois manguezais, localizados no estuário do rio Piraquê-açu (BS4) e em São Matheus (BS5).

Na Tabela 32 podem ser visualizadas as datas das coletas realizadas em cada estação de monitoramento ao longo das 4 campanhas na zona costeira.

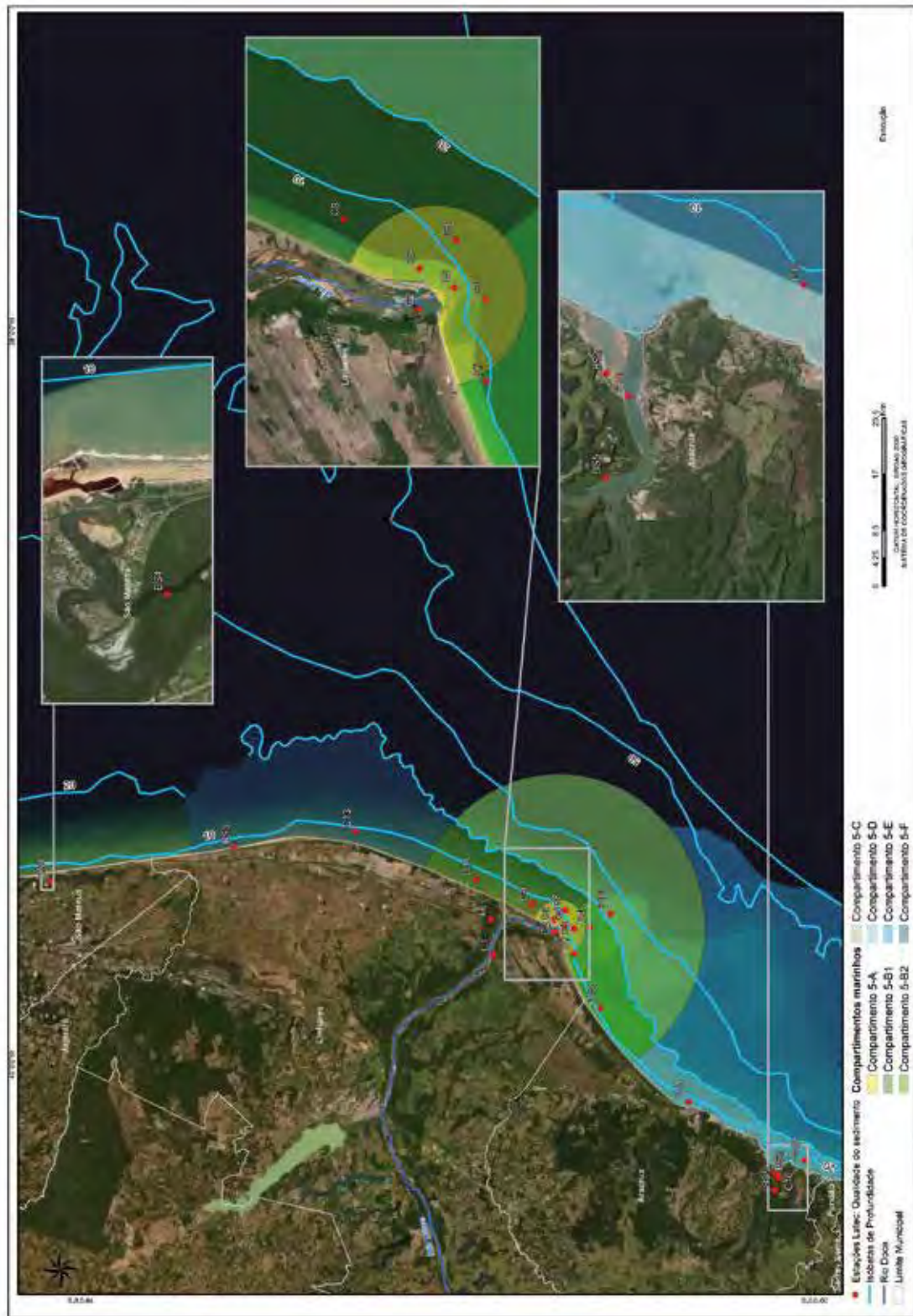
Tabela 31 – Estações de monitoramento de qualidade do sedimento e divisão por compartimentos na zona costeira.

Ambiente	Compartimento	Estação de Monitoramento	Longitude	Latitude
Estuarino	4-A (Rio Doce)	C1	-39,8502	-19,5627
		C2	-39,8216	-19,6461
	4-B (Lagoa Monsarás)	L6	-39,8016	-19,5587
		L7	-39,7710	-19,5566
	4-C (Rio Piraquê-açu)	C10	-40,1540	-19,9509
Marinho	5-A (Raio <4 km da foz do rio Doce)	C3	-39,8145	-19,6721
		C5	-39,8096	-19,6597
		C6	-39,8015	-19,6458
		C8	-39,7896	-19,6603
	5-B1 (Raio entre 4 e 22 km ao norte da foz, <20 metros profundidade)	C9	-39,7809	-19,6161
		C14	-39,7470	-19,5387
	5-B2 (Raio entre 4 e 22 km ao sul da foz, <20 metros profundidade)	C4	-39,8122	-19,6947
		C7	-39,8488	-19,6724
		C15	-39,9225	-19,7080
	5-C (Raio entre 4 e 22 km da foz, >20 metros profundidade)	C16	-39,7939	-19,7219
	5-D (mais distante que 22 km ao sul da foz do rio Doce, <20 metros de profundidade)	C11	-40,0505	-19,8285
		C12	-40,1298	-19,9868
	5-F (mais distante que 22 km ao norte da foz do rio Doce, <20 metros de profundidade)	C13	-39,6815	-19,3750
	Praia BS3	BS2	-39,7943	-19,6073
		-39,7481	-18,9682	
	Mangue BS5	BS4	-39,7499	-18,9589
		-40,1716	-19,9463	

Tabela 32 – Data das campanhas de qualidade do sedimento do Lactec por estação de monitoramento.

Estação LACTEC	jul/2018	jan-fev/2018	ago-set/2019	mar/2020
L6	03/07/2018	30/01/2019	23/08/2019	06/03/2020
L7	-	30/01/2019	23/08/2019	06/03/2020
C1	05/07/2018	11/02/2019	11/09/2019	12/03/2020
C2	05/07/2018	11/02/2019	11/09/2019	12/03/2020
C3	09/07/2018	13/02/2019	10/09/2019	10/03/2020
C4	10/07/2018	13/02/2019	10/09/2019	10/03/2020
C5	09/07/2018	18/02/2019	10/09/2019	16/03/2020
C6	09/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C7	10/07/2018	13/02/2019	10/09/2019	17/03/2020
C8	09/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	17/03/2020
C9	09/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C10	04/07/2018	11/02/2019	11/09/2019	11/03/2020
C11	10/07/2018	12/02/2019	16/09/2019	13/03/2020
C12	11/07/2018	12/02/2019	16/09/2019	13/03/2020
C13	08/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C14	08/07/2018	18/02/2019	12/09/2019	16/03/2020
C15	10/07/2018	12/02/2019	13/09/2019	17/03/2020
C16	10/07/2018	13/02/2019	13/09/2019	17/03/2020
BS2	11/07/2018	-	15/09/2019	14/03/2020
BS3	07/07/2018	14/02/2019	18/09/2019	17/03/2020
BS4	06/07/2018	15/02/2019	14/09/2019	-
BS5	04/07/2018	-	15/09/2019	14/03/2020

Figura 256 – Localização das estações amostrais de qualidade do sedimento e dos compartimentos na região costeira.



6.2.1 GRANULOMETRIA

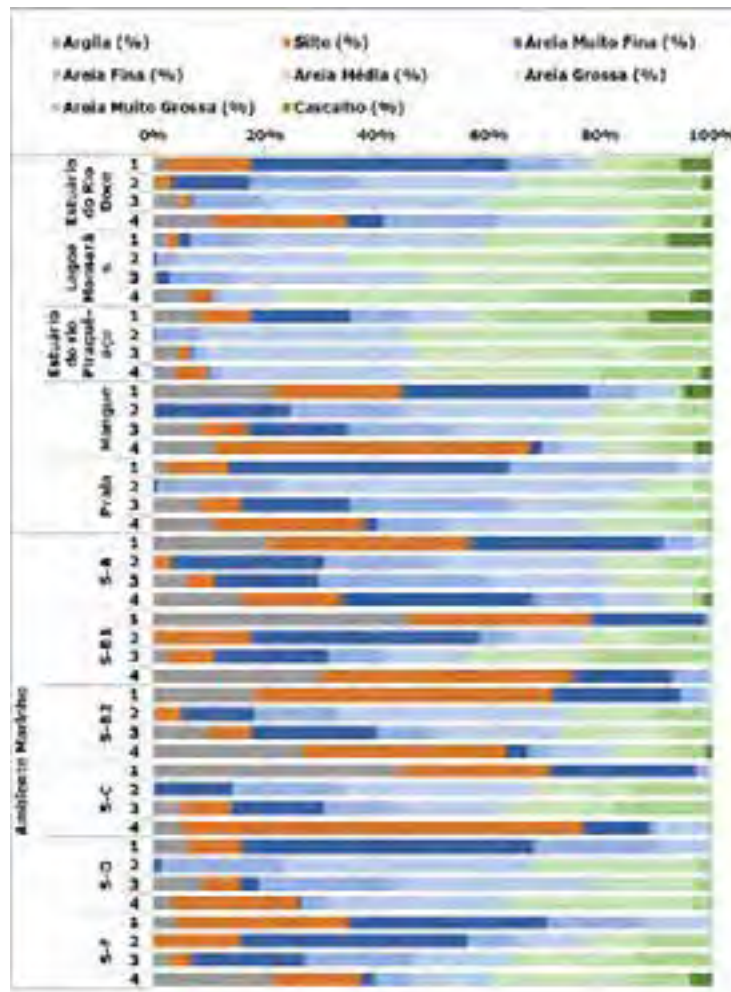
Com a chegada da lama de rejeitos nos ambientes costeiros, ocorreu a deposição de rejeito no estuário do rio Doce e nas adjacências da foz do rio Doce, alterando as características granulométricas do sedimento superficial destes ambientes. Neste relatório os dados de granulometria foram classificados de acordo a classificação granulométrica estabelecida no Boletim Técnico 106 do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC (CAMARGO et al., 2009).

Neste relatório foi realizada a comparação da distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais registrados pelo Lactec na zona costeira durante a cheia de 2020 (Campanha 04 – março/2020) com os resultados das campanhas anteriores (julho/2018, janeiro-fevereiro/2019 e agosto-setembro/2019).

Para o estuário do rio Doce, devido a existência de dados de granulometria dos sedimentos no período pré-desastre, os resultados registrados pelo Lactec no estuário do rio Doce foram comparados também com as médias de cada classe dos dados antes da chegada da pluma de rejeitos na zona costeira. No ambiente marinho, devido à baixa disponibilidade de dados de granulometria do sedimento nas adjacências da foz do rio Doce pré-desastre e alta variabilidade natural das características granulométricas, a avaliação da variação da distribuição granulométrica foi realizada também comparando os resultados com referências bibliográficas (QUARESMA et al., 2015; PETROBRAS, 2015)

Na Figura 257 são apresentados os resultados das análises granulométricas em cada ambiente avaliado na zona costeira, onde podem ser visualizados os percentuais de cada classe de distribuição granulométrica por Campanha amostral. De forma geral, os sedimentos superficiais dos ambientes avaliados apresentaram um maior percentual de silte e argila na Campanha 4 do que nas campanhas anteriores. No ambiente marinho, os compartimentos mais próximos a foz do rio Doce (5-A, 5-B1 e 5-B2) apresentaram percentuais de silte e argila apenas na Campanha 1 levemente superiores a Campanha 4, sendo que ambas as campanhas apresentaram percentuais de finos (argila+silte) superiores a 50 % nestes compartimentos, com exceção da Campanha 4 no compartimento 5-A que apresentou um percentual de finos de 33%. As outras campanhas (2 e 3) apresentaram percentuais de finos menores que 20% nos compartimentos 5-A, 5-B1 e 5-B2, valor bastante reduzido em relação as campanhas 1 e 4. Antes do desastre já eram observados essa dominância de sedimentos mais finos nas proximidades da foz do rio Doce, de origem terrígena, conforme apontado por Quaresma et al., (2015) e em Petrobras (2015).

Figura 257 – Distribuição granulométrica média dos sedimentos superficiais por Campanha amostral em cada ambiente da zona costeira avaliada.



Para facilitar a comparação entre os percentuais de sedimentos finos (silte e argila) e sedimentos de granulometria mais elevada (somatório de areias e cascalho) nos ambientes avaliados, são apresentados o gráfico da Figura 259 e a Tabela 33. Neste gráfico é apresentado a média dos percentuais de argila, silte e somatório de areias nas campanhas amostrais 1, 2 e 3 e os percentuais destas faixas obtidos na Campanha 4.

A deposição de um material mais finos durante a cheia de 2020 é evidente nos resultados no estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás. Foi observado um significativo aumento da turbidez na água destes ambientes (item Qualidade da Água), indicando uma maior quantidade de sólidos na água, que podem ter vindo a se depositar no fundo durante a cheia. Nas praias e mangues avaliados também é possível observar maiores percentuais de silte e argila na Campanha 4 em relação as campanhas anteriores, porém devido à falta de outros indicadores da influência da cheia nestes ambientes, não foi possível fazer correlações diretas.

Comparando os resultados da Campanha 4 com relação a média das campanhas anteriores nos compartimentos do ambiente marinho, é possível observar um aumento no percentual de finos (silte+argila) em todos os compartimentos. Principalmente os percentuais de silte foram mais elevados na Campanha 4, atingindo 45,3 % no compartimento 5-B1 e 72,2% no compartimento 5-C. De acordo com os resultados apresentados na região marinha, é possível observar também uma influência da cheia de 2020 sobre a distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais, relacionada a deposição do material carreado pelo rio Doce até o mar.

Apesar de o pico da cheia ter sido registrado no final de janeiro de 2020, ressalta-se que durante o mês de março/2020 o rio Doce ainda se apresentava em condição de cheia, sendo ainda registradas vazões e níveis de turbidez elevados nas proximidades da foz do rio Doce. Assim, pode-se esperar ainda uma deposição de material oriundo da cheia nos próximos meses, podendo influenciar as características granulométricas do sedimento superficial, principalmente com um aumento ainda mais significativo dos percentuais de argila e silte.

Figura 258 – Distribuição granulométrica média dos sedimentos superficiais por Campanha amostral em cada ambiente da zona costeira avaliada.

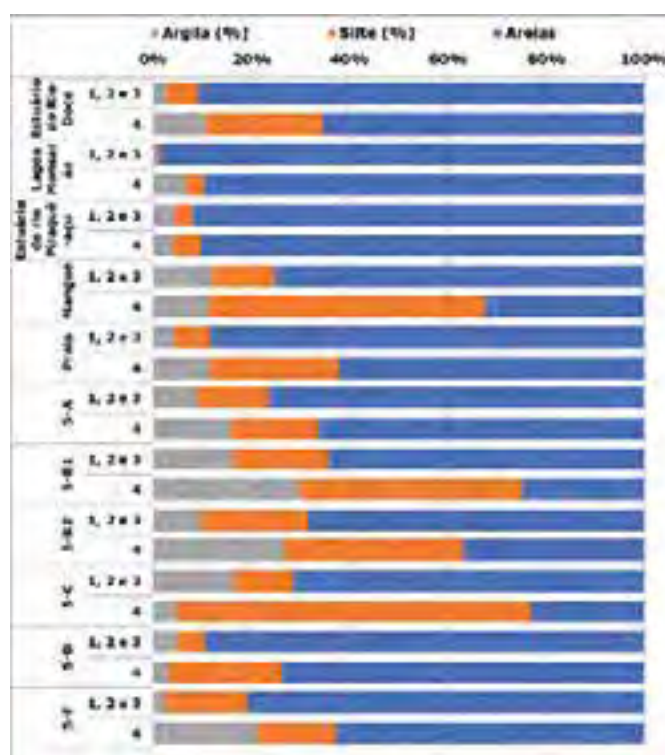
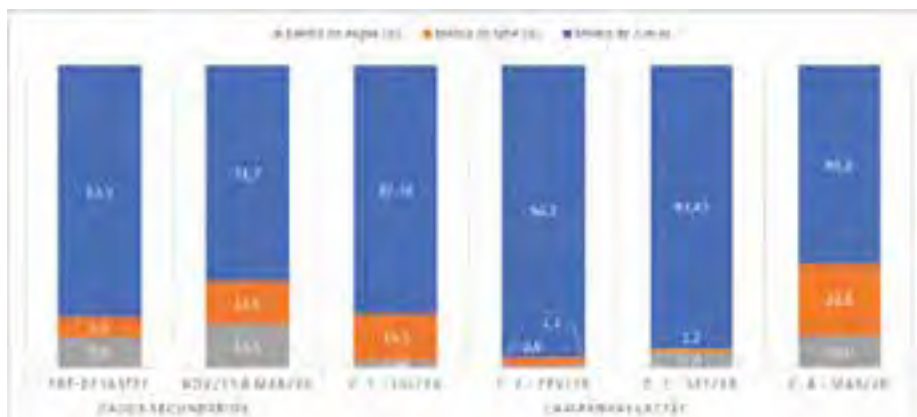


Tabela 33 – Média de argila, silte e do somatório de areias nas campanhas 1, 2 e 3 e na Campanha 4 para os ambientes costeiros avaliados.

Ambiente / Compartimento	Campanha	Média de Areias	DesvPad de Areias	Média de Silte (%)	DesvPad de Silte (%)	Média de Argila (%)	DesvPad de Argila (%)	
Estuário do Rio Doce 4	1, 2 e 3	90,9	7,2	6,3	7,2	2,8	2,9	
	65,5	6,4	23,9	2,5	10,7	8,9		
Lagoa Monsarás 4	1, 2 e 3	98,7	2,0	0,5	0,8	0,8	1,1	
	89,6	1,4	3,7	2,1	6,7	0,7		
Estuário do rio Piraquê-açu 4	1, 2 e 3	91,9	8,9	3,7	4,8	4,3	4,2	
	90,4	-	5,7	-	3,9	-		
Mangue 4	1, 2 e 3	75,3	21,9	12,7	15,4	12,0	9,3	
	32,4	-	56,3	-	11,3	-		
Praia 4	1, 2 e 3	88,3	9,7	7,4	8,9	4,3	4,0	
	62,1	24,8	26,6	23,8	11,3	1,1		
Marinho	5-A	1, 2 e 3	76,4	27,6	14,6	18,8	9,0	12,4
		4	66,4	39,2	17,8	16,0	15,9	23,6
	5-B1	1, 2 e 3	64,3	33,1	19,4	11,1	16,3	22,8
		4	24,9	5,1	45,3	5,5	29,9	10,6
	5-B2	1, 2 e 3	68,5	33,0	22,0	24,4	9,6	10,5
		4	37,0	47,2	36,3	26,7	26,8	20,6
	5-C	1, 2 e 3	71,6	37,4	12,1	14,0	16,4	23,7
		4	23,0	-	72,2	-	4,9	-
	5-D	1, 2 e 3	89,4	10,5	5,4	7,0	5,1	4,2
		4	73,9	22,1	22,7	20,8	3,4	1,3
	5-F	1, 2 e 3	80,9	14,4	16,7	13,7	2,5	2,1
		4	62,8	-	16,1	-	21,2	-

Especificamente no estuário do rio Doce, devido a disponibilidade de dados pré-desastre, é possível realizar a comparação direta entre os resultados obtidos durante a cheia de 2020 e o período anterior a chegada da pluma de rejeitos na zona costeira. O gráfico da Figura 260 ilustra esta comparação, em conjunto com os resultados médios de granulometria observados no período logo após o desastre (novembro de 2015 a março/2016). É possível verificar que em março/2020 os percentuais de silte (23,8%) e argila (10,6%) no estuário do rio Doce foram mais elevados do que os observados no período pré-desastre (6,6% de silte e 9,9% de argila). Após a chegada da pluma de rejeitos, também foram observados percentuais de silte (13,9%) e argila (14,4%) que superaram os valores da linha base. Com o passar do tempo, nas campanhas 1, 2 e 3 do Lactec é possível observar uma diminuição nestes percentuais em relação as condições observadas logo após o desastre. Com a cheia de 2020 novamente os percentuais de finos aumentaram, superando inclusive os percentuais observados logo após o desastre, entre novembro/2015 e março/2016.

Figura 259 – Distribuição granulométrica média dos sedimentos superficiais por Campanha amostral em cada ambiente da zona costeira avaliada.



6.2.2 ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS

Nos ambientes da zona costeira, em virtude da composição do rejeito de Fundão, deu-se destaque às avaliações das concentrações de alumínio, ferro e manganês no sedimento. Em relação ao restante dos EPTs associados ao desastre apenas o arsênio apresentou concentrações que superaram os limites do nível da Resolução CONAMA 454/2012, sendo este elemento também apresentado neste relatório.

6.2.2.1 Alumínio

Com a chegada da pluma de rejeitos na zona costeira, foram registrados valores significativamente elevados de alumínio nos sedimentos do estuário do rio Doce e posteriormente nos sedimentos dos diferentes subcompartimentos marinhos avaliados, que superaram os limites do CONAMA e os máximos históricos pré-desastre.

Os dados de alumínio neste relatório foram comparados com o valor máximo histórico pré-desastre da variável registrado nas adjacências da foz do rio Doce (63.804 mg/kg) e no estuário do rio Doce (1.425 mg/kg), e com o nível de efeitos aparentes (*Apparent Effect Threshold* – AET), para o qual o limite é de 18.000 mg/kg (BUCHMAN, 2008).

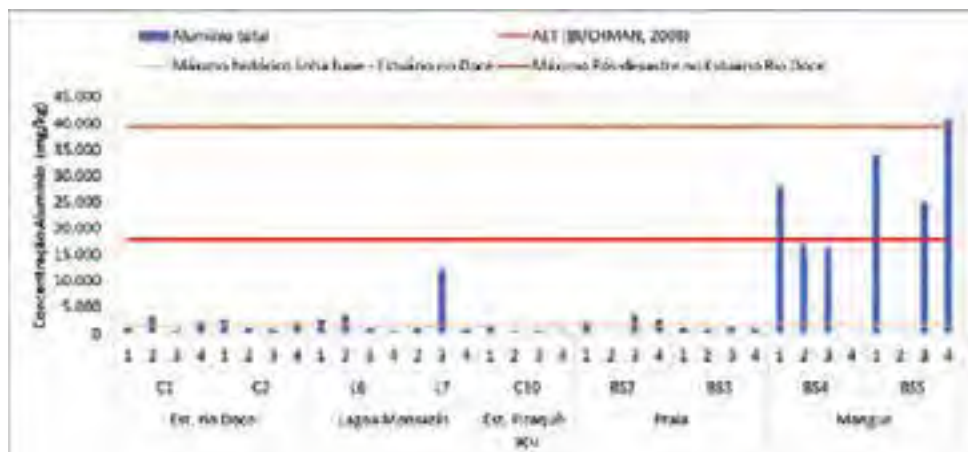
No intuito de avaliar as alterações na qualidade dos sedimentos decorrentes da cheia de 2020 em relação as condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados a concentração máxima de alumínio atingida após o desastre. No estuário do rio Doce as concentrações de alumínio atingiram um máximo de 39.320 mg/kg e na região marinha um máximo de 88.227 mg/kg entre novembro/2015 e dezembro/2016.

Quanto as alterações nos ambientes de transição avaliados (estuário do rio Doce, do rio Piraquê-açu, Lagoa Monsarás, praias e mangues), foram constatadas concentrações de alumínio na Campanha 04 (março/2020) que superaram os limites de AET apenas na estação amostral BS5 (41.110 mg/kg), localizada no mangue do estuário do rio Piraquê-açu (Figura 260).

Comparando as concentrações de alumínio da Campanha 04 com as campanhas anteriores, não é possível verificar diferenças significativas em todos os ambientes de transição avaliados. No estuário do rio Doce as concentrações de alumínio superaram os máximos pré-desastre, algo que já tinha sido registrado nas campanhas 1 e 2, quando as concentrações de alumínio registradas foram mais altas do que na Campanha 4. Na lagoa Monsarás e no estuário do rio Piraquê-açu as concentrações de alumínio nos sedimentos foram menos elevadas do que nas campanhas anteriores.

Ainda, ressalta-se que as concentrações de alumínio na Campanha 04 no estuário do rio Doce não atingiram os níveis máximos logo após o desastre, conforme pode ser visualizado na Figura 260.

Figura 260 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás, estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, limite AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).



As concentrações de alumínio registradas nas campanhas do Lactec na região marinha adjacente a foz do rio Doce são apresentadas na Figura 261, Figura 262 e Figura 263. Durante a cheia de 2020, na Campanha 04 do Lactec foram verificadas concentrações de alumínio que ultrapassaram o máximo histórico pré-desastre e o limite de AET na estação amostral C7 (77.800 mg/kg) localizada no compartimento 5B-2 e apenas o limite de AET nas estações amostrais C3 (5-A), C-9 (5-B1) e C-4 (5-B2). Apesar de elevadas, nas outras campanhas do Lactec já tinham sido registradas concentrações em níveis similares nas estações amostrais supracitadas, inclusive mais elevadas, com exceção do resultado obtido na estação amostral C7 que foi o maior valor de alumínio no sedimento registrado na região marinha durante as campanhas do Lactec. Ainda, as concentrações registradas foram significativamente abaixo das registradas no período logo após o desastre, podendo indicar que os efeitos desta cheia quanto as alterações das concentrações de alumínio no sedimento não se aproximaram das alterações ocasionadas pelo desastre.

De acordo com os resultados da Campanha 4, não é possível identificar evidências claras da influência da cheia sobre as concentrações de alumínio na região marinha, entretanto visto que o rio Doce ainda se apresentava em condições de altas vazões durante as campanhas amostrais e com concentrações de alumínio nas águas elevada, nos próximos meses podem ser registradas concentrações mais elevadas de alumínio no sedimento, ainda devido ao efeito da cheia de 2020.

Figura 261 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, limite de AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 262 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, limite de AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 263 – Valores de alumínio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, limite de AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



6.2.2.2 Arsênio

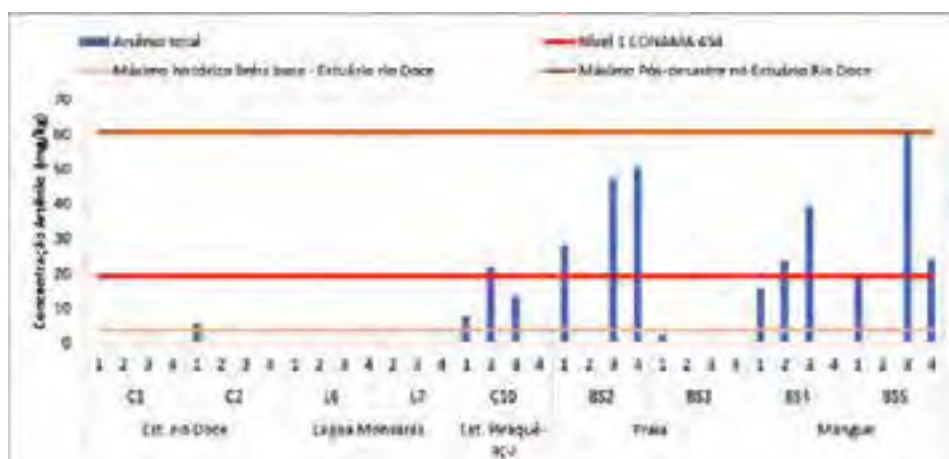
O enriquecimento e a contaminação de arsênio no sedimento na plataforma continental leste brasileira devido a exploração mineral na bacia do rio Doce desde o século 17 foi relatado por Cagnin et al. (2018). Altas concentração de arsênio foram registradas neste estudo em camadas mais profundas dos testemunhos retirados nas adjacências da foz do rio Doce, dificultando a avaliação dos efeitos do desastre sobre as concentrações de arsênio no sedimento, devido a uma contaminação pré-existente. Com a deposição do material oriundo do desastre foram registradas concentrações elevadas de arsênio no sedimento dos ambientes costeiros, porém as concentrações se mantiveram na maior parte do tempo abaixo dos níveis pré-desastre, tanto no estuário do rio Doce quanto na região marinha adjacente a foz.

Os dados de arsênio neste relatório foram comparados com o valor máximo histórico pré-desastre da variável registrado nas adjacências da foz do rio Doce (134 mg/kg) e no estuário do rio Doce (3,71 mg/kg), e com o nível 1 da resolução CONAMA Nº 454/2012 (19 mg/kg).

No intuito de avaliar as alterações na qualidade dos sedimentos decorrentes da cheia de 2020 em relação as condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados a concentração máxima de arsênio atingida após o desastre. No estuário do rio Doce as concentrações de arsênio atingiram um máximo de 60,67 mg/kg e na região marinha um máximo de 121 mg/kg entre novembro/2015 e dezembro/2016.

Quanto as alterações nos ambientes de transição avaliados (estuário do rio Doce, do rio Piraquê-açu, Lagoa Monsarás, praias e mangues), foram constatadas concentrações de arsênio na Campanha 04 (março/2020) que superaram nível 1 da resolução CONAMA Nº 454/2012 na estação amostral BS2 (50,65 mg/kg), referente a amostras de sedimento da face da berma e face de praia, e na estação amostral BS5 (24,31 mg/kg), referente a amostras de sedimento de mangue do estuário do rio Piraquê-açu (Figura 265). Nestas estações amostrais já tinham sido verificadas nas outras campanhas do Lactec concentrações de arsênio acima do limite citado e inclusive acima dos níveis registrados na Campanha 4. No estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás as concentrações de arsênio na Campanha 4 estiveram abaixo dos limites de quantificação do método utilizado (0,1 mg/kg).

Figura 264 – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás, estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).



As concentrações de arsênio registradas nas campanhas do Lactec na região marinha adjacente a foz do rio Doce são apresentadas na Figura 265, Figura 266 e na Figura 268. Na Campanha 04 do Lactec, foram verificadas concentrações de arsênio que ultrapassaram os limites do nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 (19 mg/kg) em todos os compartimentos do ambiente marinho, com exceção do compartimento 5-F que apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação, entretanto os máximos históricos pré-desastre (134 mg/kg) não foram superados nesta campanha. Em março/2020 as concentrações de arsênio no sedimento mais elevadas foram registradas nos compartimentos 5-D e 5-C. A concentração máxima no compartimento 5-D, localizado a mais de 22 quilômetros ao sul da foz do rio Doce e a uma profundidade menor de 20 metros, foi de 53,93 mg/kg e no compartimento 5-C, localizado entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce e a uma profundidade mais de 20 metros, foi de 35,72 mg/kg.

Comparando os resultados da Campanha 4 com os das campanhas anteriores, é possível verificar que as concentrações de arsênio apresentaram níveis similares entre as campanhas amostrais, não sendo possível identificar na Campanha 4 um aumento das concentrações de arsênio no sedimento marinho devido a cheia de 2020.

Figura 265 – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

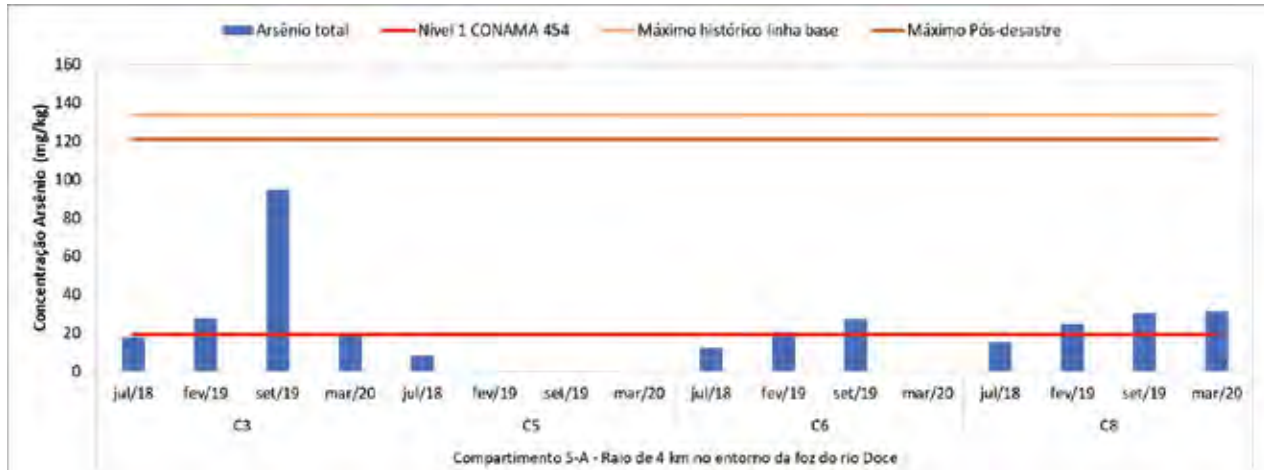


Figura 266 – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

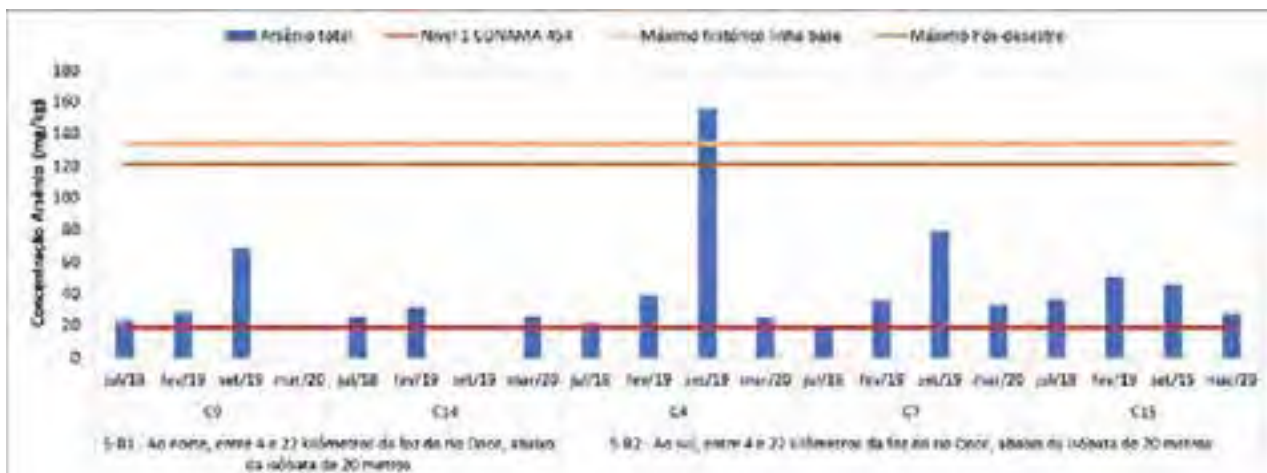
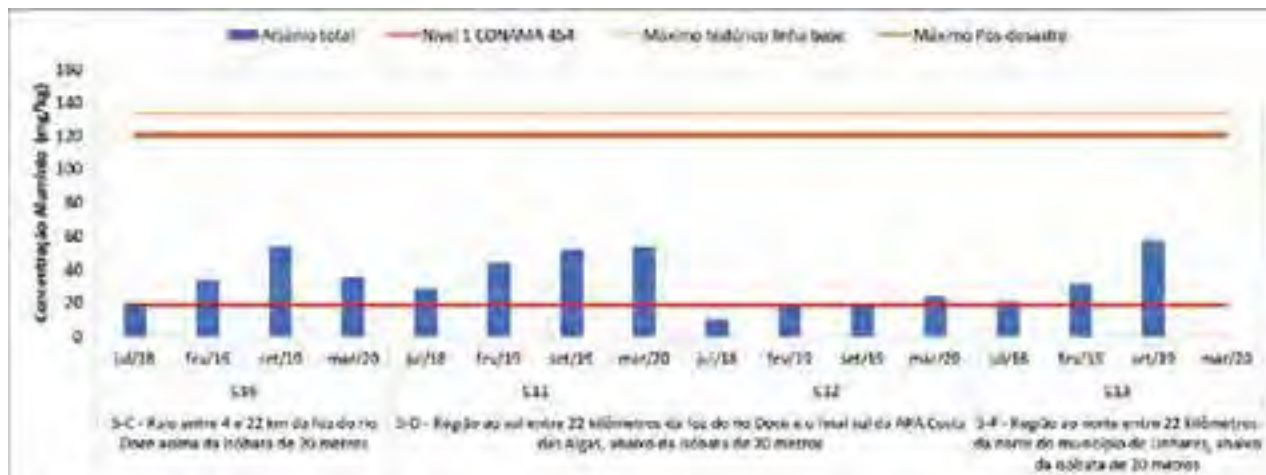


Figura 267 – Valores de arsênio medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



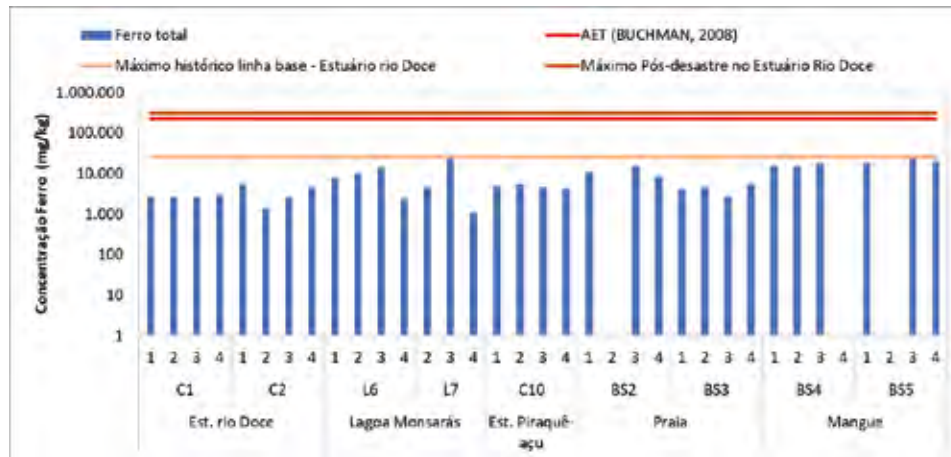
6.2.2.3 Ferro

Após o rompimento da barragem de Fundão, com a chegada da pluma de rejeitos na zona costeira, foram registrados valores significativamente elevados de ferro nos sedimentos do estuário do rio Doce e na região marinha adjacente a foz do rio Doce. Os ecossistemas podem ser afetados pelo excesso desse elemento. Os efeitos diretos e indiretos combinados da contaminação por ferro diminuem a diversidade e abundância de espécies de perifíton, invertebrados bentônicos e peixes (VUORI, 1995).

Os valores de ferro no sedimento neste relatório foram comparados com o valor máximo histórico pré-desastre da variável registrado nas adjacências da foz do rio Doce (79.419 mg/kg) e no estuário do rio Doce (25.101 mg/kg), e com o nível de efeitos aparentes (*Apparent Effect Threshold* – AET), para o qual o limite é de 220.000 mg/kg (BUCHMAN, 2008). No intuito de avaliar as alterações na qualidade dos sedimentos decorrentes da cheia de 2020 em relação as condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados a concentração máxima de ferro atingida após o desastre. No estuário do rio Doce as concentrações de ferro atingiram um máximo de 323.398 mg/kg e na região marinha um máximo de 273.000 mg/kg entre novembro/2015 e dezembro/2016.

Quanto as alterações nas regiões estuarinas avaliadas (estuário do rio Doce, do rio Piraquê-açu, Lagoa Monsarás, praias e mangues), todas as amostras apresentaram concentrações de ferro abaixo dos limites de referência (AET e máximo histórico pré desastre, no caso do estuário do rio Doce). Na lagoa Monsarás, no estuário do rio Piraquê açu, nas praias e mangues avaliadas as concentrações de ferro na Campanha 4 foram inferiores a maior parte das campanhas anteriores (Figura 268). Já as amostras da Campanha 4 do estuário do rio Doce apresentaram concentrações de ferro (2.668 e 3.074 mg/kg) superiores a maior parte das campanhas anteriores, podendo indicar uma possível influência da cheia de 2020 sobre as concentrações de ferro do estuário do rio Doce. Apesar de superiores as concentrações registradas nas campanhas anteriores, as concentrações de ferro na Campanha 04 não atingiram a mesma magnitude das concentrações ocorridas logo após o desastre.

Figura 268 – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás, estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma de rejeitos).



As concentrações de ferro no sedimento registradas nas campanhas do Lactec na região marinha adjacente a foz do rio Doce são apresentadas na Figura 269, Figura 270 e Figura 272. Na Campanha 04 do Lactec, não foram verificadas concentrações de ferro que ultrapassaram os limites de AET (220.000 mg/kg). Entretanto, foi registrado pela primeira vez nas campanhas do Lactec concentrações de ferro que superam os máximos históricos (79.419 mg/kg) nas estações amostrais localizadas nos compartimentos mais próximos a foz do rio Doce. No compartimento 5-A foi registrada a concentração de 83.895 mg/kg na estação amostral C8 e no compartimento 5-B2 a concentração de 118.600 mg/kg. As outras estações amostrais localizadas nos compartimentos mais próximos a foz do rio Doce apresentaram, de forma geral, similares as campanhas anteriores, com um leve aumento em algumas estações amostrais (C5, C6 e C9). Nos compartimentos mais afastados da foz do rio Doce (5-D e 5-F) as concentrações de ferro na Campanha 4 e nas campanhas anteriores são menores que nos compartimentos mais próximos a foz.

As concentrações mais elevadas registradas nas proximidades da foz do rio Doce na Campanha 4 podem indicar uma possível influência da cheia de 2020 sobre as concentrações de ferro no sedimento. Ainda, visto que o rio Doce ainda se apresentava em condições de altas vazões durante as campanhas amostrais e com concentrações de ferro nas águas elevada, nos próximos meses podem ser registradas concentrações mais elevadas de ferro no sedimento, ainda devido ao efeito da cheia de 2020.

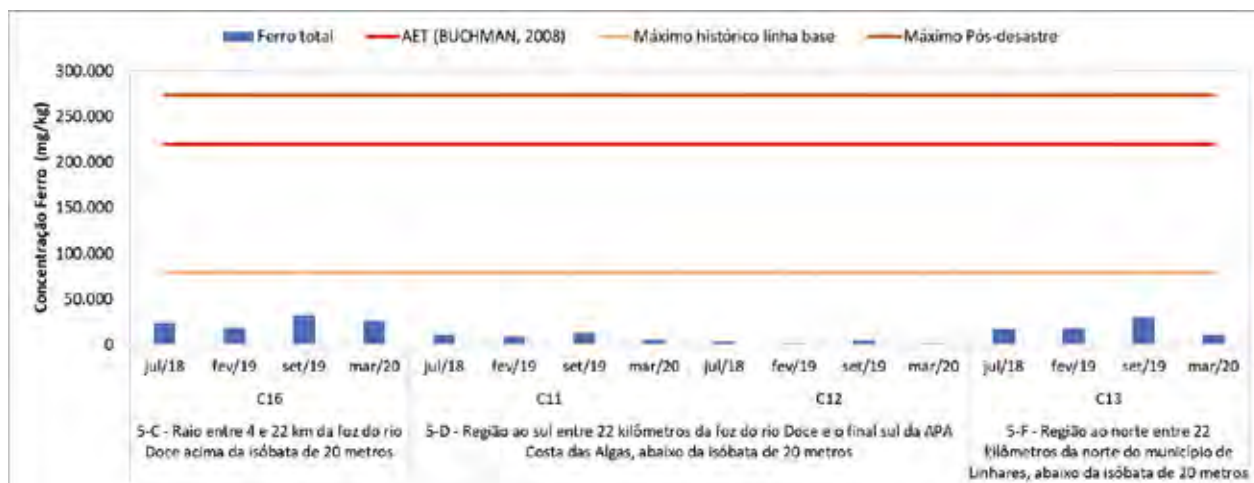
Figura 269 – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 270 – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 271 – Valores de ferro medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



6.2.2.4 Manganês total

O manganês é um dos EPTs presentes na composição do rejeito e com a chegada da pluma de rejeitos na zona costeira, foram registrados valores elevados deste EPT nas águas do estuário do rio Doce e posteriormente nos diferentes subcompartimentos marinhos avaliados.

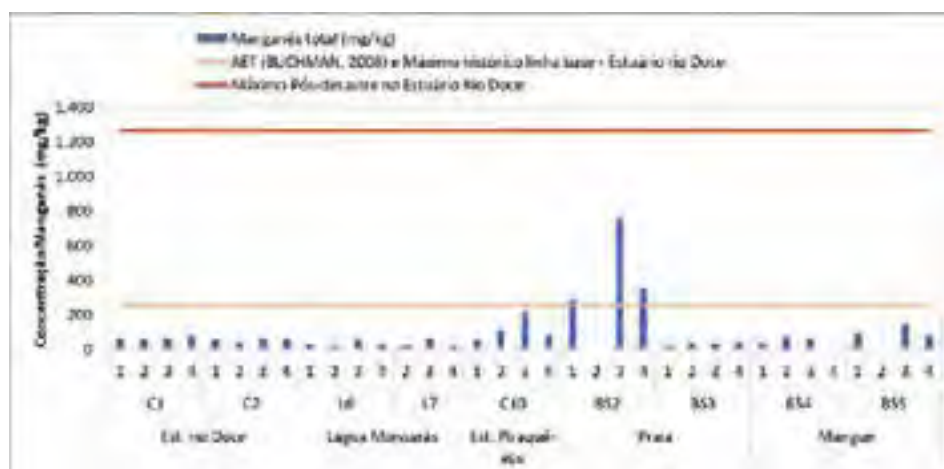
Neste relatório os dados de manganês total foram comparados com o valor máximo histórico da variável registrado nas adjacências da foz do rio Doce (1026,5 mg/kg) e no estuário do rio Doce (260 mg/kg), e com o nível de efeitos aparentes (*Apparent Effect Threshold* – AET), para o qual o limite é de 260 mg/kg (BUCHMAN, 2008). No intuito de avaliar as alterações na qualidade das águas costeiras decorrentes da cheia de 2020 em relação as condições que ocorreram logo após o desastre, os resultados também foram comparados a concentração máxima de manganês total atingida após o desastre. No estuário do rio Doce as concentrações de manganês total atingiram 1.266,2 mg/kg e na região marinha adjacente a foz do rio atingiram 2.744 mg/kg entre novembro/2015 e dezembro/2016.

Quanto as alterações nas regiões estuarinas avaliadas (estuário do rio Doce, do rio Piraquê-açu, Lagoa Monsarás, praias e mangues), em março de 2020, todas as amostras apresentaram concentrações de manganês abaixo dos limites de referência (AET e máximo histórico pré desastre, no caso do estuário do rio Doce), com exceção das amostras da estação BS2 (praia). A concentração de manganês na estação amostral BS2 atingiu 351 mg/kg na Campanha 4, anteriormente já tinham sido registradas concentrações de manganês superiores ao AET na estação BS2, em julho/2018 e setembro/2019, quando as concentrações chegaram a atingir 761 mg/kg.

Comparando as concentrações de manganês total da Campanha 04 com as campanhas anteriores, não é possível verificar diferenças significativas entre as campanhas. As concentrações de manganês na lagoa Monsarás, no estuário do rio Piraquê-açu e nos mangues avaliados foram menores na Campanha 4 do que na maior parte das campanhas anteriores (Figura 272). No estuário do rio Doce, a estação amostral C1 apresentou a concentração mais alta (80,5 mg/kg) registrada neste ambiente até o momento na Campanha 4, podendo indicar que as concentrações de manganês nos sedimentos

podem estar aumentando devido a cheia de 2020, entretanto é necessário acompanhar os resultados das próximas campanhas amostrais para compreender melhor os efeitos desta cheia. Ainda, ressalta-se que as concentrações de manganês no estuário do rio Doce em todas as campanhas do Lactec foram significativamente superiores as concentrações máximas registradas logo após o desastre, entre novembro de 2015 e dezembro/2016.

Figura 272 – Valores de manganês total medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no estuário do rio Doce, Lagoa Monsarás e estuário do rio Piraquê-açu, mangues e praias, e limites de referência utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020 limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma no estuário do rio Doce).



As concentrações de manganês no sedimento registradas nas campanhas do Lactec na região marinha adjacente a foz do rio Doce são apresentadas na Figura 273, Figura 275 e Figura 275. Na Campanha 04 do Lactec, foram verificadas concentrações de manganês que ultrapassaram os limites de AET (260 mg/kg) em todos os compartimentos do ambiente marinho, entretanto os máximos históricos pré-desastre (1.026,5 mg/kg) não foram superados nesta campanha. Em março/2020 as concentrações de manganês no sedimento mais elevadas foram registradas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, região entre 4 e 22 quilômetros ao norte e ao sul da foz do rio Doce com menos de 20 metros de profundidade. A concentração máxima no compartimento 5-B1, ao norte da foz do rio Doce, foi de 600 mg/kg e no compartimento 5-B2, ao sul da foz do rio Doce, foi de 593 mg/kg, nestes compartimentos também foram verificados os maiores percentuais de argila nos sedimentos, indicando uma associação das concentrações de manganês com sedimentos mais finos.

Comparando os resultados da Campanha 4 com os das campanhas anteriores, é possível verificar que as concentrações de manganês apresentaram níveis similares entre as campanhas amostrais, não sendo possível identificar na Campanha 4 um aumento das concentrações de manganês no sedimento marinho devido a cheia de 2020. Entretanto, visto que o rio Doce ainda se apresentava em condições de altas vazões durante as campanhas amostrais e com concentrações de manganês elevada na água, nos próximos meses podem ser registradas concentrações mais elevadas de manganês no sedimento, devido ao efeito da cheia de 2020.

Figura 273 – Valores de manganês medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas no compartimento 5-A, que representa a região localizada em um raio de 4 quilômetros no entorno da foz do rio Doce, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



Figura 274 – Valores de manganês medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-B1 e 5-B2, que representa a região localizada entre 4 e 22 quilômetros da foz do rio Doce até uma profundidade de 20 metros, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.

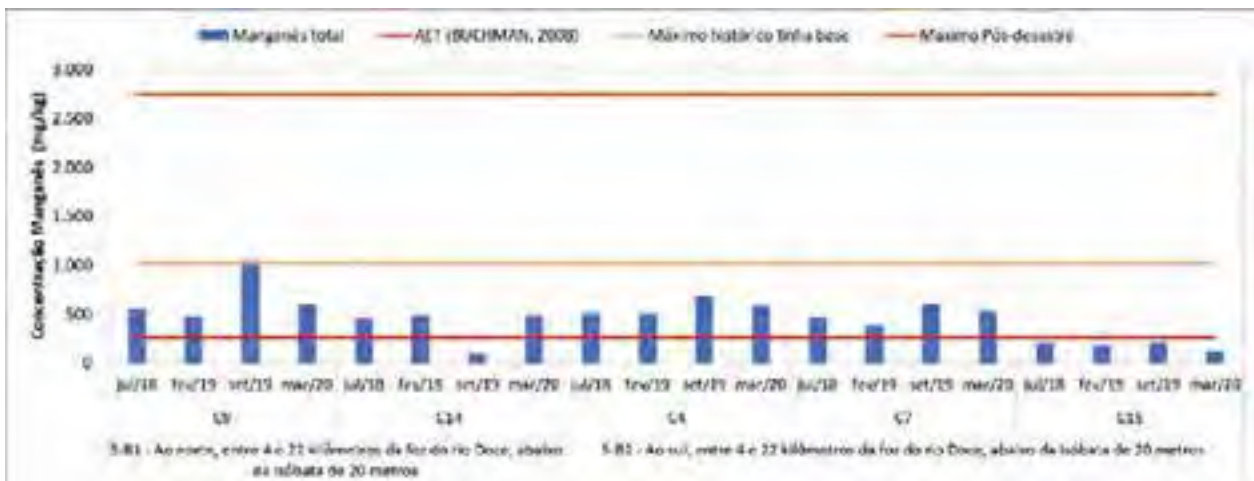


Figura 275 – Valores de manganês medidos pelo Lactec nas estações de monitoramento localizadas nos compartimentos 5-C, 5-D e 5-F, e limites de referência (máximo histórico pré-rompimento, AET (BUCHMAN, 2008) e máximo atingido após a chegada da pluma na região costeira) utilizados para avaliação das alterações durante a cheia de 2020.



6.2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Lactec realizou quatro campanhas de monitoramento de qualidade do sedimento na zona costeira até o momento, sendo que o início do acompanhamento se deu em meados do ano de 2018. Pode-se dizer que a Campanha 04 apresentou um maior percentual de silte e argila no sedimento do que as campanhas anteriores, e que as concentrações de EPTs no sedimento foram levemente mais elevadas em relação as campanhas anteriores, de um modo geral.

Quanto à distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais registrados pelo Lactec na zona costeira durante a cheia de 2020 (Campanha 04 – março/2020), no estuário do rio Doce foi possível verificar que em março/2020 os percentuais de silte (23,8%) e argila (10,6%) foram mais elevados do que os observados no período pré-desastre (6,6% de silte e 9,9% de argila). Após a chegada da pluma de rejeitos também foram observados percentuais elevados de silte e argila no sedimento do estuário do rio Doce, porém com o passar do tempo registrou-se nas campanhas do Lactec uma diminuição destes percentuais até março/2020, quando foi observado um novo aumento nos percentuais de silte e argila.

A deposição de um material mais finos durante a cheia de 2020 foi evidente nos resultados no estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás, já no estuário do rio Piraquê-açu a distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais foi similar entre todas as campanhas. Nas praias e mangues avaliados também é possível observar maiores percentuais de silte e argila na Campanha 4 em relação as campanhas anteriores, porém devido à falta de outros indicadores da influência da cheia nestes ambientes, não é possível fazer correlações diretas como no estuário do rio Doce e na lagoa Monsarás.

No ambiente marinho também foi possível observar um aumento no percentual de finos (silte+argila) em todos os compartimentos definidos em decorrência da cheia de 2020. Os percentuais de silte, principalmente, foram mais elevados na Campanha 4, atingindo 45,3% no compartimento 5-B1 e 72,2% no compartimento 5-C.

Tendo em vista a composição do rejeito, deu-se prioridade no presente documento à avaliação das concentrações de ferro, manganês e alumínio no sedimento costeiro. Em relação ao restante dos EPTs associados ao desastre apenas o arsênio apresentou concentrações que superaram os limites do nível da Resolução CONAMA 454/2012, sendo este elemento avaliado em maiores detalhes neste relatório também. Ressalta-se que o restante dos EPTs associados ao rejeito apresentou concentrações inferiores ao nível 1 da resolução CONAMA Nº 454/2012 ou aos índices de referência estabelecidos em Buchman (2008).

No estuário do rio Doce, na Lagoa Monsarás e no estuário do rio Piraquê-açu, os quatro EPTs avaliados em detalhe apresentaram concentrações abaixo dos limites de referência (AET ou nível 1 da Resolução CONAMA Nº 454/2012) na Campanha 04. Foram registradas concentrações que superaram estes limites apenas nas amostras de sedimento de praia e mangue, para os parâmetros alumínio e arsênio, entretanto concentrações nos mesmos níveis já tinham sido verificadas nas campanhas anteriores.

Comparando os resultados da Campanha 04 com as campanhas anteriores, no estuário do rio Doce, foi possível identificar maiores concentrações de alumínio, ferro e manganês na Campanha 04. Este aumento pode indicar que as concentrações destes EPTs nos sedimentos podem ter relação com a cheia de 2020, entretanto é necessário acompanhar os resultados das próximas campanhas amostrais para compreender melhor os efeitos desta cheia. Ainda, ressalta-se que as concentrações de alumínio, arsênio, ferro e manganês no estuário do rio Doce em todas as campanhas do Lactec foram significativamente superiores as concentrações máximas registradas logo após o desastre, entre novembro de 2015 e dezembro/2016.

Na região marinha adjacente a foz do rio Doce, os EPTs alumínio, arsênio e manganês avaliados em detalhe apresentaram concentrações acima dos limites de referência (AET ou nível 1 da Resolução CONAMA Nº 454/2012) na Campanha 04. Nesta Campanha foram verificadas concentrações de arsênio e manganês que ultrapassaram estes limites em todos os compartimentos do ambiente marinho, com exceção do compartimento 5-F para o parâmetro arsênio. As concentrações de manganês foram mais elevadas nas proximidades da foz do rio Doce, registradas nos compartimentos 5-B1 (600 mg/kg) e 5-B2 (593 mg/kg), região entre 4 e 22 quilômetros ao norte e ao sul da foz do rio Doce com menos de 20 metros de profundidade, já as concentrações de arsênio foram similares entre os diferentes compartimentos. As concentrações de alumínio superaram os limites de AET apenas nos compartimentos mais próximos a foz (5-A, 5-B1 e 5-B2), atingindo um máximo de 77.800 mg/kg na estação amostral C7 no compartimento 5-B2.

As concentrações de ferro não superaram o limite de AET, entretanto superaram os níveis máximos pré-desastre (79.419 mg/kg) nas estações amostrais localizadas nos compartimentos mais próximos a foz do rio Doce. No compartimento 5-A foi registrada a concentração de ferro de 83.895 mg/kg na estação amostral C8 e no compartimento 5-B2 a concentração de 118.600 mg/kg. Importante ressaltar que nas campanhas anteriores não tinham sido registradas concentrações de ferro nos sedimentos marinho acima dos níveis pré-desastre, indicando uma possível influência da cheia de 2020 sobre as concentrações deste EPT. As concentrações de alumínio na região marinha também superaram os máximos históricos, porém nas outras campanhas do Lactec já tinham sido registradas concentrações

em níveis similares, com exceção do resultado obtido na estação amostral C7 (77.800 mg/kg) que foi o maior valor de alumínio no sedimento registrado na região marinha durante as campanhas do Lactec, podendo indicar uma influência da cheia de 2020 sobre as concentrações deste EPT também.

Nos compartimentos mais próximos a foz do rio Doce (5-A, 5-B1 e 5-B2) foram verificadas as concentrações mais elevadas de alumínio, ferro e manganês, nestes mesmos compartimentos foram verificados os maiores percentuais de argila e silte nos sedimentos, indicando uma associação das concentrações destes EPTs com sedimentos mais finos, material que pode ter sido carregado pela cheia de 2020 até o mar e se depositou nas adjacências da foz do rio Doce.

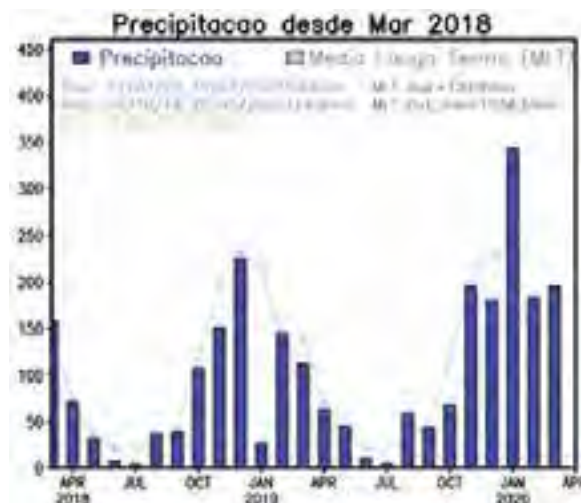
De acordo com os resultados da Campanha 4, é possível identificar evidências da influência da cheia sobre as concentrações de EPTs na região marinha, entretanto visto que o rio Doce ainda se apresentava em condições de altas vazões durante as campanhas amostrais e com concentrações de EPTs nas águas elevada, nos próximos meses podem ser registradas concentrações mais elevadas destes EPTs no sedimento, ainda devido ao efeito da cheia de 2020.

7 COLETAS ESPECÍFICAS DE SOLOS EM GOVERNADOR VALADARES

7.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

As precipitações médias acumuladas nos anos hidrológicos de 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019 na bacia do rio Doce foram todas inferiores à média histórica, caracterizando-se um longo período de estiagem na região conforme apresentado no relatório de acompanhamento de estiagens da CPRM (CPRM, 2019). No período chuvoso de 2020 e em especial no mês de janeiro, no entanto, fortes chuvas acometeram a região sudeste do Brasil, especialmente nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Mais especificamente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Doce (BHRD), a precipitação acumulada variou entre 900 a > 1.100 mm entre outubro de 2019 e março de 2020 (CPTEC, 2020), registrando-se um período chuvoso atípico no referido ano hidrológico (Figura 276).

Figura 276 – Precipitação mensal acumulada, desde março de 2018 até março de 2020. Fonte: CPTEC (2020).



Com o aumento do volume de água aportado ao rio Doce, em áreas cuja geomorfologia do terreno permitiu o extravasamento para fora da calha, especialmente nos municípios de Governador Valadares (MG) e Colatina (ES), ocorreram manchas de inundação e a consequente deposição do sedimento de fundo sobre o solo em áreas rurais e urbanas (Figura 277). O rio Doce atingiu a cota de inundação a partir do dia 26 de janeiro de 2020 e esta permaneceu até o dia 30 de janeiro, atingindo a cota de 5,7m (referência da régua) no dia 27/01 (CPRM, 2020).

Figura 277 – Áreas com extravasamento de sedimento de fundo do rio Doce em Governador Valadares (MG), em decorrência das inundações ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro de 2020. Fotos: Lactec (2020).



Em decorrência do rompimento da barragem de Fundão em novembro de 2015, uma quantidade incerta de rejeito ainda pode estar presente no sedimento de fundo do rio Doce, e nesse sentido, o material extravasado nas áreas inundadas de Governador Valadares pode conter o rejeito de mineração de ferro em sua composição, mesmo que em imprecisa proporção de mistura com sedimentos e solos naturais. Dessa maneira, o aporte do sedimento em áreas extracalha devido às inundações de 2020 configura uma preocupação sobre a possibilidade de exposição da população local a esse material.

O Lactec, Instituto de Pesquisa sediado em Curitiba e que presta serviço ao Ministério Público Federal desde 2017 na realização do diagnóstico de danos socioambientais da bacia do rio Doce, realizou uma amostragem do material extravasado no município de Governador Valadares/MG com o objetivo de avaliar a composição físico-química do material bem como compará-la criticamente em relação à composição do rejeito remanescente da barragem de Fundão e de outras matrizes naturais, como solos e sedimentos da região.

7.2 METODOLOGIA

Nos dias 04 e 12 de fevereiro de 2020 a equipe do Lactec coletou material em três locais da Ilha dos Araújo, município de Governador Valadares/MG, cujas coordenadas encontram-se na Tabela 34.

Tabela 34 – Coordenadas e informações de coleta do material extravasado em Governador Valadares.

ID amostra	ID campo	Prof. (cm)	Data	Horário	Coordenadas (24K)	
					Long.	Lat.
1	Material 2020 Ilha do Araújo I	0-48	04/02/20	17:50h	190.054	7.911.062
2	Material 2020 Ilha do Araújo II	0-66	04/02/20	17:53h	189.225	7.911.055
3	Material 2020	0-24	12/02/20	09:40h	190.072	7.911.114

Devido à diferença de deposição entre os locais, as profundidades de coleta das amostras variaram entre 24 e 66 cm (Tabela 34). As amostras foram coletadas com pá (Figura 278), acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas para caracterização física, química e mineralógica em laboratórios acreditados, conforme metodologias que se seguem:

- Caracterização química: determinação dos teores pseudototais (EPA 3051) de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) (USEPA, 2007) e avaliação da rotina de fertilidade do solo (EMBRAPA, 2009) (laudos laboratoriais nos ANEXO 2 E ANEXO 3);
- Caracterização mineralógica: avaliação das fases minerais presentes nas amostras, com base em difratometria de raio X (DRX) em amostras em pó (especificações: amostra peneirada em malha de 100 mesh; fonte de radiação Cu-K α , tensão de 40 kV e corrente de 25 mA, com registro dos graus 2 θ a cada 0,02° e em velocidade de 0,05 p.s-1) (laudos laboratoriais no ANEXO 4);
- Caracterização física: distribuição granulométrica das partículas (ABNT NBR 7181:2016) e determinação da massa específica dos grãos (ABNT NBR 6458:2016).

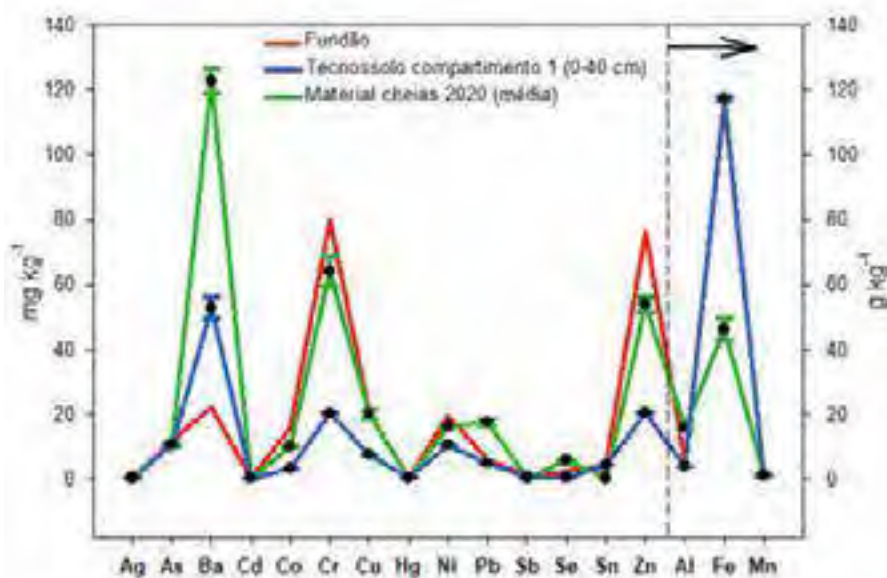
Figura 278 – Coleta do material extravasado em Governador Valadares (MG) em decorrência das inundações do rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020. Foto: Lactec (2020).



7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 280 estão representados os teores pseudototais médios de EPTs quantificados no material coletado em Governador Valadares (linha verde) em comparação aos teores do rejeito depositado no compartimento 1 (chamado de Tecno solo) (linha azul) e do rejeito remanescente da barragem de Fundão (linha vermelha) (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020a; BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020c). No eixo da direita estão representados os teores de Al, Fe e Mn, por serem elementos majoritários da composição de solos, sedimentos e mesmo do rejeito (expressos, portanto, como g kg⁻¹); no eixo da esquerda estão representados os teores dos elementos expressos em mg kg⁻¹, a saber: Ag, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Sn e Zn. Os teores individuais das amostras estão apresentados no APÊNDICE C.

Figura 279 – Teores pseudo totais médios de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) do material extravasado em Governador Valadares (MG) em comparação aos teores do rejeito remanescente em Fundão e depositado no compartimento 1. As barras representam o erro padrão da média.



A informação que se destaca na Figura 280 é o teor médio de Fe inferior no material das cheias de 2020 ($46,1 \text{ g kg}^{-1}$) em relação ao rejeito remanescente de Fundão ($115,5 \text{ g kg}^{-1}$) e ao teor do Tecnossolo ($117,4 \text{ g kg}^{-1}$). O Fe é um elemento importante, pois representa o componente majoritário do material defluente da barragem. Além disso, destaca-se o teor de Ba das amostras da cheia de 2020 (média de $122,9 \text{ mg kg}^{-1}$) em comparação aos demais materiais, além de os teores de Cr e Zn se assemelharem aos do rejeito de Fundão (64 e $53,8 \text{ mg kg}^{-1}$ para o material de Governador Valadares e $79,9$ e $76,2 \text{ mg kg}^{-1}$ para o rejeito de Fundão, respectivamente).

Embora a escala do gráfico não permita visualizar, os teores de Mn quantificados no sedimento depositado em Governador Valadares atingiram patamares da ordem de $1,2 \text{ g kg}^{-1}$, quase o dobro dos teores quantificados no Tecnossolo ($0,7 \text{ g kg}^{-1}$) e no rejeito de Fundão ($0,6 \text{ g kg}^{-1}$).

Ainda em relação à EPTs altamente tóxicos, como As, Cd, Hg e Pb, os teores pseudototais médios quantificados no material das cheias de 2020 foram de $10,4$; $0,05$; $<0,009$ e $17,5 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente, teores estes semelhantes aos teores do Tecnossolo e do rejeito barrado, à exceção do Pb. Cr, Se e Zn foram outros elementos que se apresentaram em teores mais elevados no material extravasado em decorrência das cheias em comparação aos teores do Tecnossolo, de forma semelhante ao Al, cujo teor naquele material foi de $15,7 \text{ g kg}^{-1}$ enquanto que não ultrapassou 4 g kg^{-1} no Tecnossolo.

O Al deve ser observado em conjunto com a respectiva mineralogia dominante das matrizes. No solo, o Al é abundante, por ser um elemento constituinte de seu “esqueleto”, fazendo parte da composição de diversos minerais: caulinita, vermiculita, esmectita, gibbsita, muscovita, biotita, feldspatos, etc. Esses minerais não são identificados no rejeito remanescente em Fundão, uma vez que neste material há predomínio de óxidos de ferro, como hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), magnetita (Fe_3O_4), goethita ($\alpha\text{-FeOOH}$), além do quartzo (SiO_2) (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b; SILVA et al., 2006). Os minerais do rejeito são herdados

do material de origem: formações bandadas de ferro, rocha conhecida como Itabirito. O Itabirito é formado de hematita e quartzo, ora dominando um, ora outro componente, em gradações para quartzito (ferruginoso) de um lado e hematita compacta do outro (RESENDE et al., 2019).

Assim, o teor de Al nas amostras da cheia indica a presença de fases minerais não necessariamente exclusivas do rejeito, confirmadas por DRX como sendo: quartzo, hematita, gibbsita, goethita, micas (muscovita e biotita) e caulinita (ANEXO 4). Houve, portanto, detecção tanto de óxidos de ferro da composição típica do rejeito quanto de minerais comuns em solos e sedimentos, como caulinita, gibbsita e mica, indicando a presença de misturas entre as matrizes. A presença marcante dos minerais do grupo das micas era possível de ser observada mesmo a olho nu (material brilhante, destacado pela população local) (Figura 280). As micas estão presentes de forma natural em solos e rochas e representam em grande parte a reserva de nutrientes como K e Mg (MELO et al., 2009).

Figura 280 – Verificação a olho nu da presença de minerais micáceos (brilho) no material extravasado em Governador Valadares (MG) em decorrência das inundações do rio Doce nos meses de janeiro e fevereiro de 2020. Fotos: Lactec (2020).



Avaliando-se ainda a mineralogia das amostras, ressalta-se a análise do elemento Ba. Este foi um dos elementos que se destacou dentre os EPTs minoritários (expressos em mg kg^{-1}) quantificados no material das cheias de 2020. O Ba encontra-se associado ao K em minerais do solo e da rocha (micas e feldspatos potássicos) devido à semelhança entre raios iônicos (Ba: 0,135 nm; K: 0,138 nm) (BATISTA, 2016). Assim, o Ba pode substituir a posição do K que se encontra neutralizando as cargas formadas de substituição isomórfica (carga permanente) entre as camadas 2:1 de micas (TISCHENDORF et al., 2007). O teor deste elemento no material coletado em Governador Valadares, corrobora, portanto, que há presença de solos e sedimentos naturais nessas amostras, uma vez que o teor de Ba no rejeito de Fundão não ultrapassou $22,1 \text{ mg kg}^{-1}$ e não foram detectadas micas nesse material.

Os EPTs quantificados no material extravasado pelas cheias de 2020 foram comparados com a Resolução COPAM (MINAS GERAIS, 2011), que estabelece os valores de referência de qualidade (VRQs) e os valores de prevenção e investigação de elementos químicos para solos, uma vez que em este material permanecendo fora da calha do rio poderia ser caracterizado como solo. Essa comparação busca avaliar para qual(is) elemento(s) foram constatados teores acima dos considerados ambientalmente seguros (em outras palavras, demonstra a contaminação).

Na Tabela 35 estão descritos os VRQs e demais valores de referência para o estado de Minas Gerais, em que as amostras avaliadas no presente relatório apresentaram teores médios de Ba, Co, Zn e As acima dos VRQs estabelecidos, estando, ainda, o elemento Se acima do valor de prevenção da referida norma.

Tabela 35 – Valores de referência de qualidade do solo (VRQs) e valores de prevenção e investigação agrícola, residencial e industrial estabelecidos na Resolução COPAM (MINAS GERAIS, 2011). Teores indicados em vermelho representam os elementos do material de Governador Valadares cujos teores ultrapassaram a referência.

	VRQ	Prevenção	Agrícola	Residencial	Industrial
Ag	<0,45	2	25	50	100
As	8	15	35	55	150
Ba	93	150	300	500	750
Cd	<0,4	1,3	3	8	20
Co	6	25	35	65	90
Cr	75	75	150	300	400
Cu	49	60	200	400	600
Fe	-	-	-	-	-
Hg	0,05	0,5	12	36	70
Mn	-	-	-	-	-
Mo	<0,9	30	50	100	120
Ni	21,5	30	70	100	130
Pb	19,5	72	180	300	900
Sb	0,5	2	5	10	25
Se	0,5	5	-	-	-
Zn	46,5	300	450	1000	2000

Ainda, os teores de EPTs das amostras de Governador Valadares foram comparados com os teores reportados em amostras de solo (Neossolo Flúvico) e sedimento analisadas previamente ao rompimento da barragem de Fundão (FEAM et al., 2010; PACHECO, 2015), buscando representar os teores quantificados como linha de base ao rompimento, ou seja, sem influência do contato direto com o rejeito de Fundão (Tabela 36). Essa comparação se mostra necessária para verificar eventuais teores naturais acima dos valores de referência (comparação com a Resolução CONAMA 454/2012 para sedimentos e com a Resolução COPAM (MINAS GERAIS, 2011) para o solo).

Para o Neossolo Flúvico descrito pela FEAM em 2010, próximo ao município de Governador Valadares (coordenadas: long. -41,91839; lat. -18,85175), todos os elementos apresentavam-se acima dos VRQs de Minas Gerais, estando ainda, o As acima do valor de investigação agrícola; e Ba e Cd acima do valor de prevenção. Com relação aos sedimentos reportados por Pacheco (2015), em pontos anteriores e posteriores ao município de Governador Valadares, os mesmos apresentaram teores de As, Cd e Cr acima do nível 1 para água doce, com o elemento Ni acima do Nível 2.

Tabela 36 – Teores de elementos potencialmente tóxicos reportados no sedimento (médias das margens esquerda e direita, de antes e depois da cidade de Governador Valadares) (Fonte: PACHECO, 2015) e em um Neossolo Flúvico próximo ao município (Fonte: FEAM et al., 2010). Os dados representam o sedimento e o solo de linha base para Governador Valadares.

Elemento/ unidade 0-45 cm	Sedimento (antes)		Sedimento (depois)	Neossolo Flúvico
	0-36 cm		0-20 cm	
*Al g kg ⁻¹	111,7		102,6	30,75
As mg kg ⁻¹	9,44		4,58	36,48
Ba mg kg ⁻¹	546,2		1033,5	241,00
Cd mg kg ⁻¹	2,55		2,23	2,12
Co mg kg ⁻¹	11,52		12,70	13,87
Cr mg kg ⁻¹	78,63		40,35	78,59
Cu mg kg ⁻¹	22,73		12,42	50,59
*Fe g kg ⁻¹	55,6		37,2	38,56
Hg mg kg ⁻¹	n.d.		n.d.	0,08
*Mn g kg ⁻¹	0,69		0,36	0,41
Ni mg kg ⁻¹	52,22		33,68	23,07
Pb mg kg ⁻¹	28,03		40,53	21,14
Se mg kg ⁻¹	n.d.		n.d.	0,50
Zn mg kg ⁻¹	60,04		32,05	74,55

*Os teores de Al, Fe e Mn das amostras de sedimento (Pacheco, 2015) foram calculados a partir dos seus respectivos óxidos, por relações molares (Al₂O₃, Fe₂O₃ e MnO₂); n.d.: não detectado. Teores destacados em vermelho ultrapassaram a referência.

Os elementos quantificados no material depositado em Governador Valadares em 2020 cujos teores encontraram-se acima dos referidos teores naturalmente reportados na localidade são: As, Mn e Se para as amostras de sedimento antes e depois do município; e Fe, Mn e Se para as amostras de Neossolo. Para os demais EPTs, os teores de Governador Valadares mostraram-se similares ou inferiores aos teores naturais.

Apesar de não haver valor de referência de qualidade para Mn para solos, por este ser um elemento majoritário de constituição dos minerais, observou-se que os teores pseudototais quantificados nas amostras de Governador Valadares são elevados (média de 1,16 g kg⁻¹), sobressaindo-se em relação à variação natural dos teores reportados em sedimento e solo pré-desastre. Igualmente, o Se apresentou, em termos de magnitude, o maior acréscimo em comparação aos teores de sedimento e solo da Tabela 36 (material da coleta de 2020 apresentou teor 11 vezes maior de Se em relação aos teores antes do desastre).

Assim como para os teores pseudototais, os teores disponíveis de Mn (extração por Mehlich-1) se mostraram altos (RIBEIRO et al., 1999) (até 1.300 mg dm⁻³), bem como os teores disponíveis de Fe (variação entre 1.938 e 2.600 mg dm⁻³) (Tabela 37), o que pode estar relacionado ao ambiente reductor no qual o material se encontrava enquanto sedimento de calha. O Fe e o Mn são elementos cujas espécies reduzidas (Fe²⁺ e Mn²⁺) apresentam alta mobilidade e disponibilidade, sendo o Mn reduzido preferencialmente ao Fe de acordo com a sequência termodinâmica (CAMARGO; SANTOS; ZONTA, 1999), o que pode explicar, em particular, os elevados teores de Mn observados.

Tabela 37 – Resultados da análise de rotina de fertilidade dos materiais coletados da cheia de 2020.

Parâmetro	unidades	material 2020 Ilha do Araújo I	material 2020 Ilha do Araújo II	material 2020
pH H ₂ O	-	7,2	6,4	6,4
pH CaCl ₂	-	6,1	6	5,9
pH SMP	-	7,1	7,2	6,8
H + Al	cmol _c dm ⁻³	2,22	2,09	2,8
Al	cmol _c dm ⁻³	0	0	0
Ca	cmol _c dm ⁻³	3,38	1,64	2,51
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,74	0,62	0,89
K	cmol _c dm ⁻³	0,14	0,09	0,12
SB	cmol _c dm ⁻³	4,26	2,35	3,52
CTC pH 7	cmol _c dm ⁻³	6,48	4,44	6,32
CTC ef.	cmol _c dm ⁻³	4,26	2,35	3,52
C	g dm ⁻³	9,45	7,22	13,02
MO	%	1,63	1,24	2,24
P Mehlich	mg dm ⁻³	10,73	9,38	11,16
Cu	mg dm ⁻³	6,6	4,5	9,18
Fe	mg dm ⁻³	2.599,13	1.938,52	2.767,77
Mn	mg dm ⁻³	961	559,86	1.299,52
Zn	mg dm ⁻³	18,72	12,6	25,02
Na	mg dm ⁻³	ns	ns	ns
m	%	0	0	0
V	%	65,74	52,93	55,7
Ca/Mg	-	4,57	2,65	2,82

A Tabela 37 compila, ainda, as demais características de rotina da análise de fertilidade do material coletado na cheia de 2020, buscando elucidar a provável influência desse material no potencial produtivo dos solos impactados no município.

De maneira geral, os materiais coletados provenientes da cheia de 2020 possuem pH médio em água de 6,7, não apresentando alumínio tóxico para as plantas (m%), com capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC) de 5,74 cmol_c dm⁻³ e teor médio de matéria orgânica (MO) de 1,7 % (Tabela 37). O teor médio de P disponível foi de 10,4 mg dm⁻³, em que se destacam, também, altos teores de Fe e Mn disponíveis como comentado. Comparando estes materiais com o rejeito depositado no compartimento 1 (Tecnossolo, valores médios de 63 amostras coletadas até 40cm), verificou-se que os valores de pH foram similares (6,3 no Tecnossolo), porém o sedimento da cheia apresentou maior CTC a pH 7 (3,24 cmol_c dm⁻³ no Tecnossolo), maior P disponível (7,4 mg dm⁻³ no Tecnossolo) e maior teor de matéria orgânica (0,28% no Tecnossolo). Os teores de Fe e Mn disponíveis encontrados no material da cheia de 2020 são 24 e 9 vezes maiores que os teores encontrados no rejeito depositado no compartimento 1 (Fe = 100,6 e Mn = 103,8 em mg dm⁻³ no Tecnossolo), reforçando a influência do ambiente reduzido conforme comentado.

O material proveniente da cheia de 2020 possui um maior enriquecimento de MO, o que conferiu aumento também na CTC, podendo estar associada à mistura do rejeito proveniente do desastre com solos erodidos nas bacias de contribuição à montante. Adicionalmente, em ambientes reduzidos, como o do material que se encontrava na calha antes do extravasamento, a taxa de mineralização da matéria orgânica é menor, o que explica, também, os maiores teores reportados nas amostras de Governador Valadares em comparação ao Tecnossolo, cujo teor de MO era praticamente inexpressível (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020d).

A análise geral das características de fertilidade deste material indica que o impacto da deposição no potencial produtivo dos solos do município será baixo, uma vez que o material apresenta acidez corrigida e teores de nutrientes de plantas, bem como dos demais elementos do complexo de troca do solo, considerados de médios a bons, de acordo com os índices de interpretação de análise de solo do Manual de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999).

Com relação à caracterização física do material, as amostras individuais se mostraram distintas com relação às proporções de areia, silte e argila (Tabela 38), variando na composição entre silte argilo arenoso, silte areno argiloso e areia silto argilosa. Essa variação pode se explicar devido à dinâmica de deposição dos sedimentos na porção extracalha, entre os diferentes pontos amostrados. No entanto, quando as três amostras são classificadas de acordo com a classificação textural da Embrapa (EMBRAPA, 2010), todas se caracterizam pela classe textural franco siltosa, com predomínio da fração silte. O rejeito de Fundão, similarmente, apresenta predominância de siltes com partículas intermediárias, com diâmetros médios da ordem de 0,003 a 0,1 mm (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b).

A massa específica dos grãos das amostras, que representa a densidade da fase sólida excluindo-se o espaço poroso, variou entre 2,81 e 2,93 g cm⁻³. A densidade média dos minerais silicatados (quartzo) é de aproximadamente 2,65 g cm⁻³ (FERREIRA, 2016) e dos óxidos de ferro se aproxima de 3,0 g cm⁻³, em que essa diferença reflete o maior peso atômico do ferro em relação ao silício (a massa específica dos grãos do rejeito de Fundão variou em torno de 3,11 g cm⁻³ (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020b). Nesse sentido, os valores de massa específica quantificados estão de acordo com os minerais identificados nas amostras (aluminossilicatos, óxidos de ferro e de alumínio) (ANEXO 4), reforçando as prováveis contribuições dos substratos naturais e do rejeito como mistura no material extravasado.

Tabela 38 – Distribuição granulométrica e massa específica dos grãos dos materiais coletados da cheia de 2020 (amostras individuais).

Parâmetro	unidades	material 2020 Ilha do Araújo I	material 2020 Ilha do Araújo II	material 2020
Argila (<0,002 mm)	%	15,7	10	25,3
Silte (0,002 - 0,06 mm)	%	51,9	51	61,7
Areia fina (0,06 - 0,2 mm)	%	28,7	37,3	12,3
Areia média (0,2 - 0,6 mm)	%	1,9	1,4	0,5
Areia grossa (0,6 - 2 mm)	%	1,8	0,3	0,2
Pedregulho (2 - 60 mm)	%	0	0	0
Pedra (>60 mm)	%	0	0	0
Massa específica dos grãos	g cm ⁻³	2,84	2,81	2,93
Composição	-	Silte Areno Argiloso	Areia Silto Argilosa	Silte Argilo Arenoso
Classe textural Embrapa	-	Franco siltosa	Franco siltosa	Franco siltosa

7.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados das amostras de sedimento extravasado nos solos de Governador Valadares devido aos eventos de fortes chuvas e consequentes cheias no município no ano de 2020, conclui-se que tais amostras se tratam de misturas entre sedimentos e solos da bacia, podendo conter contribuição do rejeito de mineração da barragem de Fundão. O material não apresenta restrição para a fertilidade do solo, possui predominância de partículas de tamanho silte e possui teores de As, Ba, Co, Se e Zn acima da resolução que estabelece teores seguros para os solos de Minas Gerais.

No entanto, ressalta-se que mesmo anteriormente ao rompimento da barragem, os teores naturais de EPTs no solo da localidade mostravam-se contaminados, não tendo sido possível estabelecer a contribuição direta da presença residual do rejeito de Fundão para a não conformidade dos EPTs mencionados.

8 OBSERVAÇÕES REFERENTES A QUALIDADE ATMOSFÉRICA EM GOVERNADOR VALADARES

No dia 19/02/2020, a equipe que atua nos estudos relativos ao compartimento Atmosfera esteve em campo na cidade de Governador Valadares - Minas Gerais (Figura 282), no período da tarde, para observar a influência do material que ficou depositado no calçamento e nas ruas dos bairros próximos à margem do rio Doce, após o evento da cheia que inundou algumas localidades de Governador Valadares, no fim de janeiro de 2020.

Figura 281 – Visão geral do município de Governador Valadares, Minas Gerais.



Os bairros de Governador Valadares visitados foram: Chácara Boa Sorte, Santos Dumont II, Santos Dumont I, Universitário, São Pedro, Ilha dos Araújo, Santa Terezinha, São Paulo e Santa Rita. Na sequência são apresentadas fotos dos bairros visitados, demonstrando a situação do calçamento e das ruas após o evento. Nas Figura 282 a Figura 285 estão mapeadas as localidades em cada bairro onde as fotos apresentadas foram tiradas.

No decorrer deste período, atividades para remoção do material depositado foram executadas por equipes da prefeitura e pelos próprios moradores, como a umidificação das ruas e calçadas para amenizar a ressuspensão de partículas à atmosfera.

Figura 282 – Localização das ruas mapeadas nos bairros Chácara da Sorte, Santos Dumont I, Santos Dumont II, Universitário e São Pedro, em Governador Valadares – Minas Gerais.



Figura 283 – Localização das ruas mapeadas nos bairros Ilha dos Araújo, Santa Terezinha e São Paulo, em Governador Valadares – Minas Gerais.



Figura 284 – Localização das ruas mapeadas no bairro Santa Rita, em Governador Valadares – Minas Gerais.



8.1 CHÁCARA BOA SORTE

O primeiro bairro visitado, Chácara Boa Sorte (Figura 286), está localizado em uma área afastada do leito do rio, ou seja, uma área não afetada diretamente pelo extravasamento da calha do rio Doce no evento da cheia ocorrida no final de janeiro de 2020.

Figura 285 – Rua Sd. Edson Veloso, no bairro Chácara da Sorte, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Observa-se na Figura 285 uma deposição de material na proximidade da rua com o meio fio, situação esta que se considera normal na região para compararmos com o observado nas demais ruas visitadas, diretamente afetadas pelo extravasamento da calha do rio Doce em decorrência da enchente.

8.2 SANTOS DUMONT II

No bairro Santos Dumont II, foram registradas fotos em duas localidades (Figura 286 e Figura 287), ambas não afetadas diretamente pelo extravasamento da calha do rio Doce no evento de janeiro de 2020.

Figura 286 – Rua Detetive Cil Farney, no bairro Santos Dumont II, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Figura 287 – Rua Trinta e Três, no bairro Santos Dumont II, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Conforme observado no bairro Chácara Boa Sorte, nas duas ruas do bairro Santos Dumont II registradas nas Figura 286 e Figura 287, observa-se a deposição de material na proximidade da rua com o meio fio, situação esta que considera-se normal na região.

8.3 SANTOS DUMONT I

No bairro Santos Dumont I, foram registradas fotos em duas localidades (Figura 288 e Figura 290), ambas afetadas diretamente pelo extravasamento da calha do rio Doce no evento da cheia no final de janeiro de 2020.

Figura 288 – Rua Israel Pinheiro esquina com a rua Oito, no bairro Santos Dumont I, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Apesar das ações de remoção do material que ficou depositado nas ruas pelas equipes da prefeitura e pelos próprios moradores, ainda é possível observar a deposição de um material fino nas laterais das ruas, próximo ao meio fio e ao calçamento (Figura 288).

Na Figura 290 pode-se observar o acúmulo de material depositado na rua e nas calçadas, além da marca da altura em que a água atingiu as casas nesta localidade. Este material que ficou depositado, quando seco, pela ação do vento e do tráfego de veículos na rua, tem a capacidade de permanecer em ressuspensão, estando disponível para ser inalado. Mesmo sendo uma característica da região, a presença de material depositado nas ruas, observa-se que a quantidade de material depositado na rua da Figura 290 é superior ao observado, por exemplo, na Figura 285.

Figura 289 – Rua Dezenove, no bairro Santos Dumont I, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.4 UNIVERSITÁRIO

No bairro Universitário, foram registradas fotos em duas localidades (Figura 290 e Figura 292), ambas afetadas diretamente pelo extravasamento da calha do rio Doce em janeiro de 2020.

Na Figura 290 é possível observar a altura em que a água chegou, pela marca no muro da residência. Apesar disso, observa-se que a quantidade de material depositado nas vias e no calçamento não é diferente do observado, por exemplo, no bairro Chácara Boa Sorte (Figura 285).

Figura 290 – Altura da marca d'água no muro da residência localizada na rua Sebastião R. Cunha, esquina com a rua Israel Pinheiro, no bairro Universitário, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 291 pode-se observar no muro da quadra de esportes da praça Jother Peres, a altura em que a água do extravasamento do rio Doce alcançou. Além disso, no dia em que a equipe estava em campo (19/02/2020), uma equipe da prefeitura estava dando continuidade às atividades de remoção do material que ficou depositado na praça e nas ruas que a circundam. Observa-se que para facilitar o trabalho, a equipe da prefeitura estava umidificando o material, até mesmo para evitar a ressuspensão do mesmo durante as atividades e ampliação da exposição dos trabalhadores.

Figura 291 – Vista lateral da praça Jother Peres, pela rua José Oliveira Andrade, no bairro Universitário, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 292 pode-se observar a praça Jother Peres e a presença de material depositado no piso, mesmo com as equipes da prefeitura efetuando a limpeza. A remoção completa desse material que ficou depositado nas ruas após a enchente de final de janeiro de 2020 não ocorre de maneira imediata, devido a característica observada em campo de ser um material fino.

Figura 292 – Praça Jother Peres, vista pela rua José Oliveira Andrade, no bairro Universitário, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.5 SÃO PEDRO

No bairro São Pedro, foram registradas fotos em duas localidades (Figura 293 e Figura 295), ambas afetadas diretamente pelo extravasamento da calha do rio Doce.

Na Figura 293 pode-se observar a deposição de material nas ruas, próximo ao calçamento, e nas margens do rio Doce. Não é possível afirmar se antes do evento havia gramíneas na margem do rio Doce nesta localização. Entretanto, é possível verificar que após a enchente, o que permaneceu nas margens é o material que se depositou e que em condições de seca, está sujeito à ressuspensão pela ação do vento e pelo tráfego de veículos na região.

Figura 293 – Avenida Rio Doce, esquina com a rua Ibituruna, no bairro São Pedro, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 294 é possível observar a altura em que a água chegou, pela marca no muro da residência.

Figura 294 – Muro da residência localizada na avenida Rio Doce, esquina com a rua Ibituruna, no bairro São Pedro, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020, evidenciando a altura da marca d'água.



Na Figura 295, além do material oriundo da enchente do rio Doce no fim de janeiro de 2020 ter se depositado na rua e no calçamento, devido a presença de um terreno vago nas proximidades do rio, o acúmulo de material na região foi acentuado. Esta área, quando seca, é uma grande fonte de partículas para a atmosfera.

Figura 295 – Rua Matatias Gomes, no bairro São Pedro, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.6 ILHA DOS ARAÚJOS

Na Ilha dos Araújos, foram registradas fotos em cinco localidades, todas afetadas de alguma maneira pelo extravasamento da calha do rio Doce.

Na Figura 296, pode-se observar a deposição de material na rua, próximo ao meio fio e no próprio calçamento. Além disso, pela marca no muro é possível visualizar a altura em que chegou a água neste trecho da ilha. Quando os carros passam pela rua, é possível perceber a ressuspensão das partículas.

Figura 296 – Avenida Rio Doce, no bairro Ilha dos Araújos, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Algumas ruas do bairro Ilha dos Araújo estão sendo revitalizadas pela prefeitura, como é o caso da rua Dezoito. Na Figura 297 observa-se obras da prefeitura e a marca da altura da água no muro da residência.

Figura 297 – Rua Dezoito, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 298, tem-se outra localidade da Ilha dos Araújo atingida pela enchente. No muro é possível notar a marca da altura em que a água chegou e a presença ainda de material depositado no calçamento.

Figura 298 – Avenida Rio Doce no encontro com a rua Dez, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 299 mostra a equipe da prefeitura executando atividade de remoção do material depositado nesta região da Ilha dos Araújo, próximo a praça Caparaó (Figura 300).

Figura 299 – Equipe da prefeitura trabalhando na Avenida Rio Doce, próximo à praça Caparaó, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 300 é possível identificar a marca da altura d'água nas árvores da praça Caparaó e as pilhas de material coletado pela equipe da prefeitura.

Figura 300 – Ação de limpeza da praça Caparaó, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020, pela equipe da prefeitura.



Na Figura 301 observa-se a altura em que a água chegou no muro da residência e a presença ainda de material depositado no calçamento e na via de tráfego de veículos. Em comparação com a Figura 285, a quantidade de material depositado nesta localidade é diferente do habitual na região.

Figura 301 – Altura da marca de água na Avenida Mucuri, no bairro Ilha dos Araújo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.7 SANTA TEREZINHA

No bairro Santa Terezinha, foi feito registro de um ponto. Este bairro está bem ao nível do rio Doce. Na Figura 302 pode-se observar a proximidade do rio e o nível do mesmo em relação à rua e às residências. Além disso, é notável a presença de material depositado no calçamento e nas vias de tráfego de veículos, assim como na margem do rio. Ainda, no muro da residência tem-se a dimensão da altura em que a água atingiu as casas na ocasião da enchente.

Figura 302 – Altura da marca d'água no muro da residência localizada na esquina da rua Virgílio Gobb com a rua Pascoal de Souza Lima, no bairro Santa Terezinha, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 303 é possível visualizar a marca d'água nas casas da rua Virgílio Gobb, o que dá a dimensão de até qual altura a água atingiu as residências e de quantas casas para dentro foram atingidas.

Figura 303 – Altura da marca da água no muro das residências localizadas na rua Virgílio Gobb, no bairro Santa Terezinha, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.8 SÃO PAULO

No bairro São Paulo, foram feitos registros de um ponto. Este bairro está bem ao nível do rio Doce. Na Figura 304 pode-se verificar a marca da altura da água no poste e na parede da residência. Observa-se também, pouca deposição do material seco no calçamento e nas vias de tráfego de veículos, assim como na margem do rio, diferente do observado na Figura 302, no bairro Santa Terezinha, o qual também está bem ao nível do rio Doce.

Figura 304 – Altura da marca d'água no muro da residência localizada na rua Lincoln Byrro, no bairro São Paulo, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.9 SANTA RITA

O bairro Santa Rita, visualmente foi um dos mais afetados, pelo que se observou em campo. Na ocasião do dia 19/02/2020, a prefeitura estava realizando obras em algumas ruas do bairro, refazendo a pavimentação, conforme registrado na Figura 305.

Nessas ocasiões de obras, não é possível identificar a parcela de material que ficou depositado devido ao evento da enchente do material oriundo das obras. Ambas as situações contribuem para o aumento de material particulado em suspensão na atmosfera (Figura 306).

Figura 305 – Obras de revitalização da rua sendo executada na avenida Nacle Miguel Habib com a rua João Lopes da Silva, no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Figura 306 – Deposição de material em decorrência da obra de revitalização executada na avenida Nacle Miguel Habib com a rua João Lopes da Silva, no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 307, observa-se a altura da marca da água no muro da residência e na árvore, a uma distância de três quadras da margem do rio Doce.

Figura 307 – Altura da marca d'água nas residências da rua Amélia Habib, a uma distância de três quadras da margem do rio Doce no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



Na Figura 308, observa-se a altura da marca d'água nas residências, a uma distância de cinco quadras da margem do rio Doce. Além disso, observa-se que algumas vias do bairro são umidificadas para amenizar a ressuspensão de partículas à atmosfera, uma vez que, em função também das obras que estão sendo realizadas, há o tráfego de caminhões na região.

Figura 308 – Altura da marca d'água nas residências da rua Amélia Habib esquina com a avenida Washington Luis, a uma distância de cinco quadras do rio Doce, no bairro Santa Rita, em Governador Valadares, no dia 19/02/2020.



8.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado em campo, a deposição de material nas ruas e calçamentos de Governador Valadares é uma característica da região. Entretanto, o evento da cheia no final de janeiro de 2020 acentuou esta característica em determinados bairros, principalmente nas ruas mais próximas do leito do rio.

Atividades para a remoção do material depositado foram executadas por equipes da prefeitura e pelos próprios moradores, como a umidificação das ruas e calçadas para amenizar a ressuspensão de partículas à atmosfera. No entanto, foi possível observar a deposição de um material fino nas laterais das ruas, próximo ao meio fio e ao calçamento e nas margens do rio, na grama e no calçamento. Este material que ficou depositado, quando seco, pela ação do vento e pelo tráfego de veículos nas ruas, tem a capacidade de permanecer em ressuspensão, estando disponível para ser inalado.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos executados por cada uma das áreas, realizou-se uma compilação dos resultados de forma integrada, sendo possível afirmar que:

A cheia de 2020 foi um evento relativamente atípico e por consequência provocou alagamentos, inundações, ressuspensão e deposição de sedimentos e materiais correlatos aos rejeitos de Fundão.

Estes níveis de cheia foram identificados e medidos em campo com o uso de GPS geodésico afim de subsidiar o processamento e definição das áreas correspondentes ao alagamento, denominadas de manchas da cheia.

As observações *in loco*, realizadas imediatamente após as fortes chuvas que caíram na bacia, permitiram verificar que em praticamente todos os pontos o parâmetro turbidez da água encontrava-se nitidamente mais elevado que nas campanhas anteriores. Verificou-se também que em alguns locais, como Colatina e Linhares, o nível do rio Doce ainda se encontrava muito elevado. Nos locais onde houve extravasamento, foi possível identificar a marca d'água nas árvores e/ou edificações e a ocorrência de depósitos de sedimentos finos, avermelhados, correlatos aos rejeitos oriundos de Fundão.

No que se refere a água, as ressuspensões decorrentes do evento da cheia, alteraram significativamente o parâmetro turbidez e resultaram no aumento significativo de alguns elementos químicos, como Al, Fe e Mn. Os dados obtidos nesta Campanha indicaram que todos os aspectos físicos e químicos apresentaram significativa alteração e consequentemente acentuada piora na qualidade da água. Estes resultados foram verificados para todos os ambientes analisados, ou seja, os ambientes fluviais, os lacustres, dos reservatórios e as regiões estuarinas e costeiras.

Igualmente como ocorreu para a água, houve também significativa piora na qualidade dos sedimentos. Verificou-se que no ambiente fluvial, em praticamente todos os compartimentos analisados, sobretudo nos compartimentos 2B e 3, houve uma contaminação elevada de As, Fe, Mn, Pb, Co, Cu, Sr e Ni. As análises comparativas com os dados de pré e pós desastre permitem verificar que devido ao evento da cheia, alguns elementos apresentaram alterações equivalentes ao pós-desastre e alguns deles inclusive excederam os máximos históricos, dentre os quais destaca-se o Al, Ba, Co, Sr, Mn e o Fe. Para os reservatórios, verificou-se que apenas os sedimentos da UHE Baguari apresentaram alterações, entretanto neste reservatório estas alterações foram acentuadas, principalmente para os elementos Ba, Mn, Ni, Zn e para o Fe, que neste caso teve um aumento da ordem de 1075%.

Quanto a mineralogia dos sedimentos após a cheia, foi possível identificar um aumento dos minerais correlacionados às rochas do QF, ou seja, em parte correlatos ao rejeito. Dentre estes minerais destacam-se a Goethita, a Hematita, a Magnetita e a Gibsita.

Por fim, quanto a granulometria dos sedimentos é possível afirmar que após a cheia de 2020 houve um aumento das frações mais finas, siltosas e argilosas.

Para a região costeira e marinha, assim como para o ambiente fluvial, identificou-se que também houve um aumento das frações siltosas e argilosas. No que se refere as alterações químicas neste ambiente, verifica-se que houve aumento dos elementos: Al, Fe, Mn e As.

Referente as coletas específicas de material extravasado em Governador Valadares, é possível concluir que, devido ao evento da cheia, estes depósitos podem ser caracterizados por misturas entre

sedimentos e solos da bacia, podendo conter contribuição do rejeito de mineração da barragem de Fundão. Verificou-se que estes materiais possuem predominância de partículas de tamanho silte e teores de As, Ba, Co, Se e Zn acima da resolução que estabelece teores seguros para os solos de Minas Gerais. No que se refere a fertilidade, este material não apresenta restrição.

Quanto à qualidade atmosférica, conforme observado em campo, a deposição de material nas ruas e calçamentos de Governador Valadares é uma característica da região. Entretanto, o evento da cheia no final de janeiro de 2020 acentuou esta característica em determinados bairros, principalmente nas ruas mais próximas do leito do rio.

Atividades para a remoção do material depositado foram executadas por equipes da prefeitura e pelos próprios moradores, como a umidificação das ruas e calçadas para amenizar a ressuspensão de partículas à atmosfera. No entanto, foi possível observar a deposição de um material fino nas laterais das ruas, próximo ao meio fio e ao calçamento e nas margens do rio, na grama e no calçamento. Este material que ficou depositado, quando seco, pela ação do vento e pelo tráfego de veículos nas ruas, tem a capacidade de permanecer em ressuspensão, estando disponível para ser inalado.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, v. 56, p. 125-134, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13133: **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.
- _____. NBR 7181: 2016. Solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- _____. **NBR: 6458**: 2016. Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. **NBR: 6458: 2016**. Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. **NBR 7181**: 2016. Solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- BATISTA, A.H. Formas e distribuição de Pb, Ba, As, Zn e Cu em minerais de solos do grupo Açungui no Paraná. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- BATISTA, A.H. Formas e distribuição de Pb, Ba, As, Zn e Cu em minerais de solos do grupo Açungui no Paraná. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- BRASIL. Resolução do CONAMA nº 454, de 1 de novembro de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 nov. 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.
- BRASIL. Ministério Público Federal (MPF). LACTEC. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. **Relatório de Linha-Base: Volume I – Meio Físico**. Curitiba: Lactec, 2017.
- _____. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. **Caracterização parcial do rejeito de mineração do Complexo de Germano**. Curitiba: Lactec, 2018.
- _____. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. **2º Relatório Parcial de Resultados**. Curitiba: Lactec, 2019a.
- _____. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. **Parecer técnico sobre a qualidade da água no Rio Doce nas proximidades da lagoa Juparanã no município de Linhares-ES. Nº 23/2019**. Curitiba: Lactec, 2019b.
- _____. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente. **TOMO I – Contextualização. Diagnóstico de Danos**. Curitiba: Lactec, 2020a.
- _____. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente. **TOMO II – Ambientes Aquáticos Continentais. Diagnóstico de Danos**. Curitiba: Lactec, 2020b.
- _____. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente. **TOMO III – Ambiente Terrestre e Atmosfera. Diagnóstico de Danos**. Curitiba: Lactec, 2020c.
- BUCHMAN, M. F. NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR & R Rep. 2008.
- CAMARGO, F.A.O.; SANTOS, G.A.; ZONTA, E. Alterações eletroquímicas em solos inundados. *Ciência Rural*, v. 29, n. 1, p. 171-180, 1999.

- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, Instituto Agrônomo, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada). 2009.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 454, de 1 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- COSTA, A.T. Geoquímica das Águas e dos sedimentos da Bacia do Rio Gualaxo do Norte, leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG): Estudo de uma área afetada por atividades de Extração mineral. 2001. 146f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2001.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Monitoramento especial da Bacia do Rio Doce. Relatório 02: Geoquímica.** Segunda Campanha de Campanha de Campo: 12 a 23 de novembro de 2015. 37f. Belo Horizonte, 2015.
- _____. **Acompanhamento da estiagem – relatório 02/2019. Área de atuação da superintendência regional da CPRM de Belo Horizonte.** Belo Horizonte: CPRM, 2019. 117 p.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Boletim Extraordinário do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Doce. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Doce/20200130_09-20200130%20-%20090959.pdf> Acesso em 18 fev 2020.
- CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Bacias Hidrográficas: Sub-bacia do rio Doce** – Precipitação. Disponível em: <<http://energia1.cptec.inpe.br/bacias.shtml>> Acesso em 25 mar 2020.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **MANGANÊS.** 2017. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/3-2-manganes/view>>. Acesso em: 15/05/2020
- DUARTE, E.B. **Impacto do resíduo proveniente do rompimento da barragem de Fundão (MG) nos sedimentos do baixo rio Doce.** Dissertação de mestrado no programa de pós-graduação em Agroquímica da Universidade Federal do Espírito Santo. 70 p. 2020.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Planilhas de identificação de horizontes diagnósticos superficiais, horizonte B textural, classes texturais e cores de solos, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/864131/planilhas-de-identificacao-de-horizontes-diagnosticos-superficiais-horizonte-b-textural-classes-texturais-e-cores-de-solos>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 627 p. 2009.
- EPA – Environmental Protection Agency. Quality Criteria for Water. Washington D.C. 1986.
- FABRICIUS, K.E. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. **Marine Pollution Bulletin** 50. 125-146. 2005.
- FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE; CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS; UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA; UFLA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Determinação de valores de referência para Elementos-traço em Solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais: FEAM; CETEC; UFV; UFLA, 2010.
- FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: VAN LIER, Q. J. Física do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. p. 1-27.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM; FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC; UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV; UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA. **Determinação de valores de referência para Elementos-traço em Solos do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte, Minas Gerais: FEAM; CETEC; UFV; UFLA, 2010.

- FUNDAÇÃO RENOVA. **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos –PMQQS: Programa de Garantia e Controle de Qualidade - QA/QC – Relatório de consistência mensal dos dados físicos e químicos (Janeiro/2020)**. Abril de 2020.
- GEMAEL, C. **Introdução à Geodésia Física**. Curitiba: Editora da UFPR, 1999. 319p.
- GOLDER – GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. **Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão**. 2016. 2732 p.
- HAKANSON, L. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/legisla_resolucao_d.pdf>. Acesso em maio de 2019.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/recom_gps_internet.pdf>. Acesso em maio de 2019.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução PR nº 22**. Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos. Rio de Janeiro, 1983.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução PR nº 23**. Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro, 1989.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução PR nº 23**. Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro, 1996.
- IBGE. Sistemas de Referência. Disponível em: <[http:// www. ibge. gov. br/ ibge/ geografia/ geodésico/ default.shtm](http://www.ibge.gov.br/ibge/geografia/geodésico/default.shtm)>. Acesso em 3 abr. 2001.
- IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Nota Técnica CAIA Nº 049-2016**. Cariacica, ES, 2016.
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Acompanhamento da qualidade das águas do Rio Doce após o rompimento da barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG**. Relatório Técnico: 19 de outubro de 2016. 100f. Belo Horizonte, 2016.
- IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS (IGAM). Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio Doce após 1 ano do rompimento de barragem de Fundão. Relatório Técnico. 2016.
- IGN – Instituto Geográfico Nacional (Espanha). **Curso GPS en Geodesia y Cartografia**.
- Jl, Z. **Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries**, p. 216, 2008.
- JORDÃO, C. P.; PEREIRA, J. C.; BRUNE, W.; PEREIRA, J. L.; BRAATHEN, P. C. Heavy Metal Dispersion from Industrial Wastes in The Vale do Aço, Minas Gerais, Brazil. **Environmental Technology**, vol. 17. p. 489-500. 1996.
- KENNISH, M. J. **Practical handbook of marine Science**. 3rd ed. 2000.
- LUNT, J.; SMEE, D.L. Turbidity influences trophic interactions in estuaries. **Limnol. Oceanogr.**, v. 59, n. 6, p. 2002-2012; 2014.
- MEGER, D. G. **Material particulado suspenso e macroconstituintes iônicos em um reservatório de abastecimento: o caso do rio Passaúna, Curitiba, Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental – Centro Universitário Positivo, Curitiba, 2007.
- MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. **Química e mineralogia do solo: parte I - conceitos básicos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 695 p.
- MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. **Química e mineralogia do solo: parte I - conceitos básicos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 695 p. 2009.
- MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1, de 05 de maio de 2008. **Diário Oficial do Executivo**, Belo Horizonte, MG, 20 maio 2008.

- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa COPAM nº 166**, de 29 de junho de 2011. Belo Horizonte: Diário do Executivo, 2011.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa COPAM nº 166**, de 29 de junho de 2011. Belo Horizonte: Diário do Executivo, 2011.
- PACHECO, A. A. **Avaliação da contaminação em solos e sedimentos da bacia hidrográfica do Rio Doce por metais pesados e sua relação com o fundo geoquímico natural**. 2015. Tese (Doutorado em Scientiae) – Faculdade de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.
- PETROBRAS. **Relatório Final do Projeto de Caracterização Ambiental Regional da Bacia do Espírito Santo e Parte Norte da Bacia de Campos** (PCR-ES/AMBES). Anexo II.2.3-1 – Metais biodisponíveis e totais na área de influência da Foz do Rio Doce. 2015b.
- PIVELI, R. P.; KATO, M.T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2005.
- QUARESMA, V.S.; CATABRIGA, G.; BOURGUIGNON, S.N.; GODINHO, E.; BASTOS, A.C. Processos sedimentares modernos ao longo da plataforma continental adjacente à desembocadura do rio Doce. **Brazilian Journal of Geology**, v. 45, n. 4, p. 635-644, 2015.
- RENOVA. Fundação Renova – Relatório técnico para outorga de poço tubular profundo. Exec. ITAPOÇOS, Sítio Almécega. Santa C. do Escalvado-MG, 2017.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; SILVA, S. H. G. **Da rocha ao solo: enfoque ambiental**. Lavras: Editora Ufla, 2019. 512p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; SILVA, S. H. G. **Da rocha ao solo: enfoque ambiental**. Lavras: Editora Ufla, 512p. 2019.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed.) COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS: 5. Aproximação – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, 1999, 359 p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed.) COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS: 5. Aproximação – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, 359 p. 1999,
- SANTOLIN, C. V. A. **Quantificação e Avaliação Ambiental da Contaminação por Metais e Arsênio em Sedimentos da Bacia do Rio Doce – MG**. 2015. 157f. Tese (Doutorado em Ciências – Química)), Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- SEEBER, G., **Satellite Geodesy – Foundations, Methods and Applications** – Berlin, New York. 1993.
- SILVA, G. P.; FONTES, M. P. F.; COSTA, L. M. da; BARROS, N. F. Caracterização química, física e mineralógica de estereis e rejeito da mineração de ferro da Mina de Alegria, Mariana-MG. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 45-52, 2006.
- SILVA, G. P.; FONTES, M. P. F.; COSTA, L. M. da; BARROS, N. F. Caracterização química, física e mineralógica de estereis e rejeito da mineração de ferro da Mina de Alegria, Mariana-MG. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 45-52, 2006.
- TISCHENDORF, G.; FÖRSTER, H.-J.; GOTTESMANN, B.; RIEDER, M. True and brittle micas: composition and solid-solution series. **Mineralogical Magazine**, v. 71, n. 3, p. 285-320, 2007.
- TORGE, W. **Geodesy**. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 416 p. 2001.
- UFMG. Outra estação aborda impactos das chuvas na Grande BH. Disponível em:< <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/outra-estacao-aborda-chuva-e-caos-na-grande-bh>>. Acesso em março de 2020.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Aquatic Life Criteria – Aluminum**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/wqc/aquatic-life-criteria-aluminum>>. Acesso em: 11 maio 2020.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidance Document on Expression of Aquatic Life**. 1993.

USEPA. SW-846 EPA Method 3051A: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. In: **Test Methods for Evaluating Solid Waste**, 3. ed. Update. Washington: US Environmental Protection Agency, 2007.

USEPA. SW-846 EPA Method 3051A: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. In: **Test Methods for Evaluating Solid Waste**, 3. ed. Update. Washington: US Environmental Protection Agency, 2007.

VAREJÃO, E. V. V.; BELLATTO, C. R.; FONTES, M. P. F.; MELLO, J. W. V. Arsenic and trace metals in river water and sediments from the southeast portion of the Iron Quadrangle, Brazil. **Revista Environmental Monitoring Assessment** 172:631–642 DOI 10.1007/s10661-010-1361-3, 2011.

VUORI, K. Direct and indirect effects of iron on river ecosystems. **Annales Zoologici Fennici**. v. 32, n. 3, p. 317 – 329, 1995.

ZANETTI, M.A.Z. **Implicações Atuais no Relacionamento entre Sistemas Terrestres de Origem Local e Geocêntrica**. Tese de doutorado, CPGCG, UFPR, 111pp. 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CERTIFICADOS DOS DIFRATOGRAMAS – DRX



CERTIFICADO DE ANÁLISE CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Orçamento:	-/-	Protocolo:	-/-	Data da Entrada:	01/06/2020
Nome do solicitante:	Isabella Françoise Rebutini Figueira				
Nome do cliente:	Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Doce				
Endereço do cliente:	-/-				
Cidade:	-/-				
Executante:	Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 Jardim das Américas Caixa Postal 19067 CEP 81531-980 Curitiba – Paraná – Brasil Bruna Gomes Dias – bruna.dias@lactec.org.br Área de Estruturas Cívicas T + 55 (41) 3361-6345				
Amostrador:	A amostragem foi realizada pelo solicitante				
Plano de Amostragem:	-/-				
Metodologia:	Análise mineralógica qualitativa por difratometria de raios-X, utilizando um difratômetro de raios X D8 Advance, marca Bruker. Método: pó total prensado (back loading).				
Quantidade de Amostras:	38				
Condições Ambientais:	Temperatura do laboratório 21±2°C				

Equipe Técnica	Signatários
Bruna Gomes Dias Técnica em Química – CRQ IX 09404487 EC/Área de Estruturas Cívicas Fabrício Alves Mendes Estagiário - Geologia EC/Área de Estruturas Cívicas	Revisão:  Jeferson Luiz Bronholo EC/Área de Estruturas Cívicas Aprovação:  Betina Lepretti Medeiros Gerente EC/Área de Estruturas Cívicas

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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

CER EC 2232/2020

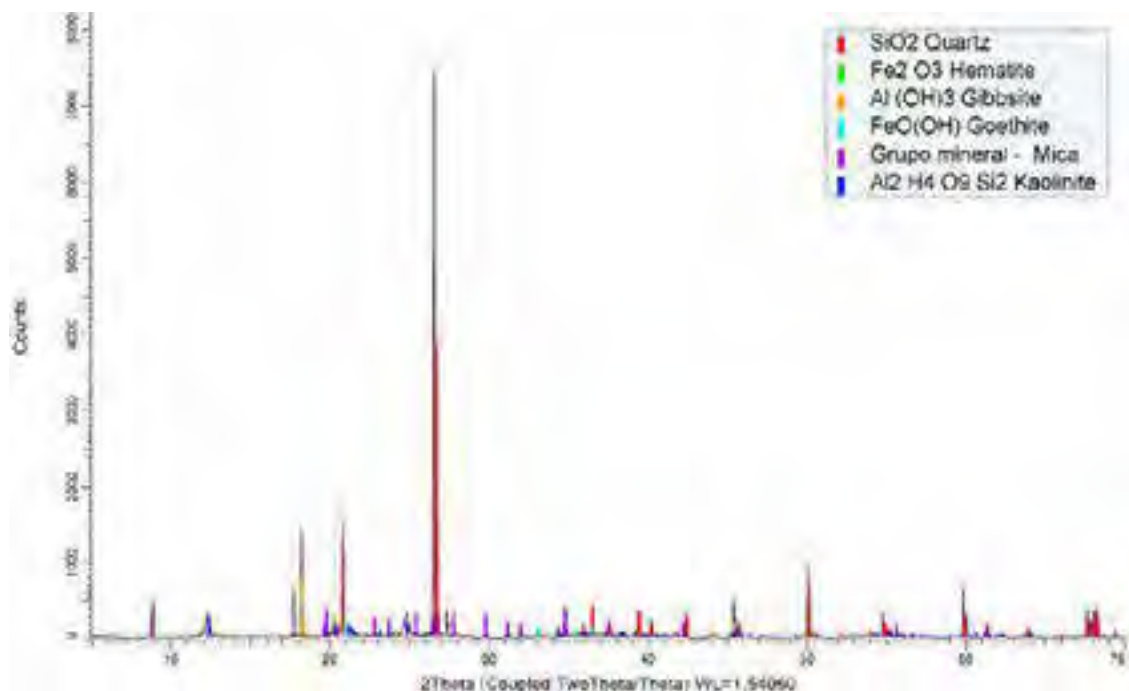
Emissão: 24/06/2020

Os minerais foram identificados por comparação com os padrões do banco de dados COD (Crystallography Open Database). Além das fases mineralógicas encontradas, há uma ou mais fases que não foram identificadas por comparação com os padrões, em função das suas baixas concentrações nas amostras analisadas.

Identificação da amostra:	1.0556.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T1/AF1
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

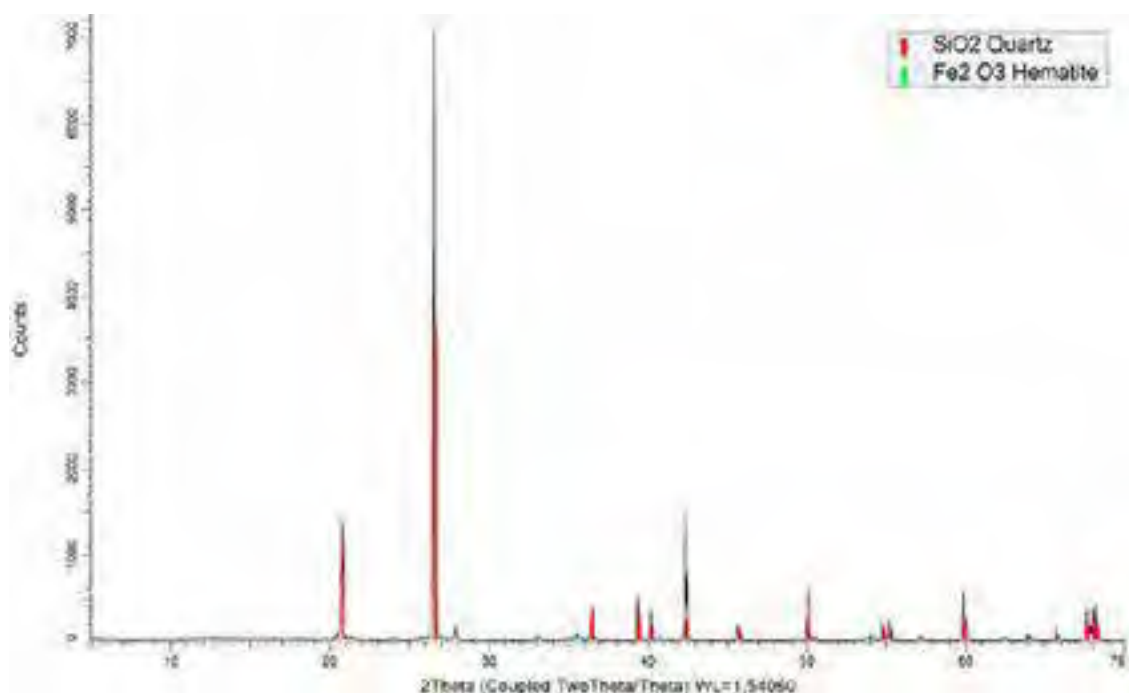
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0557.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T2/PC1
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

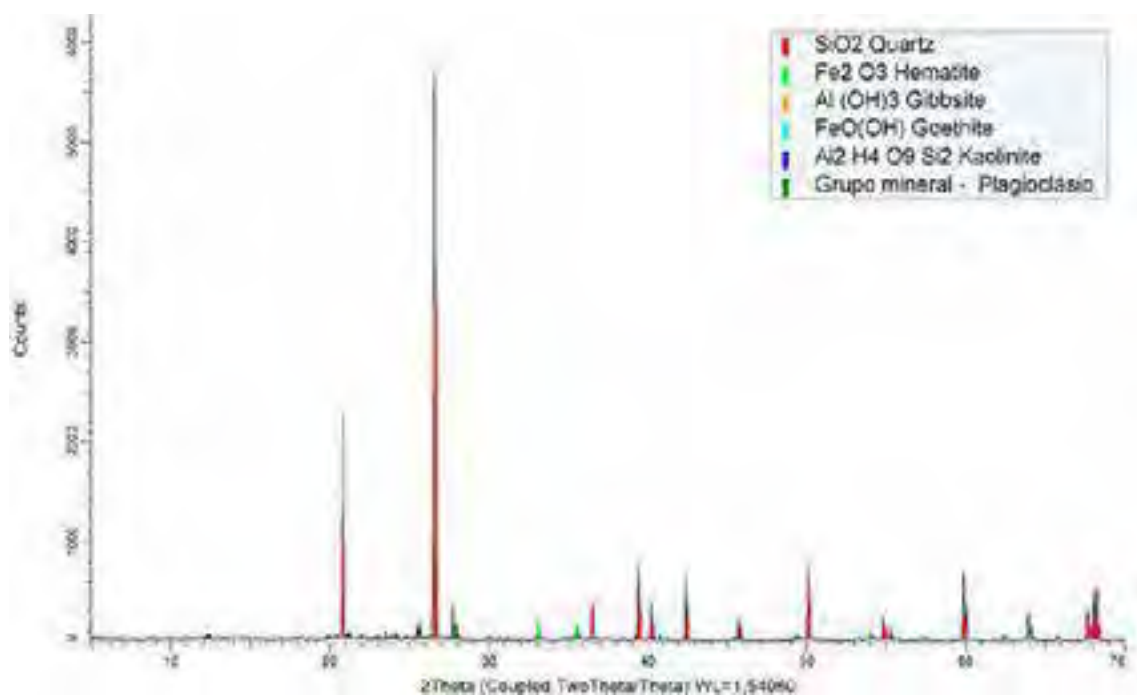
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0558.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T3/AF2
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

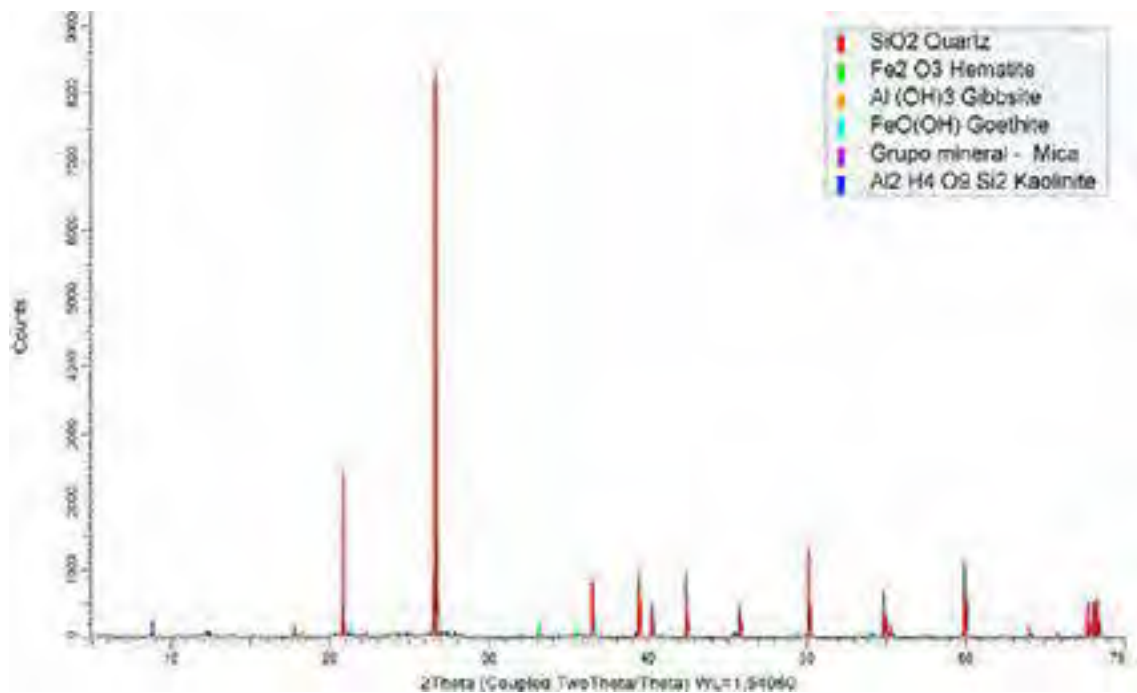
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0559.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T4/AF3
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

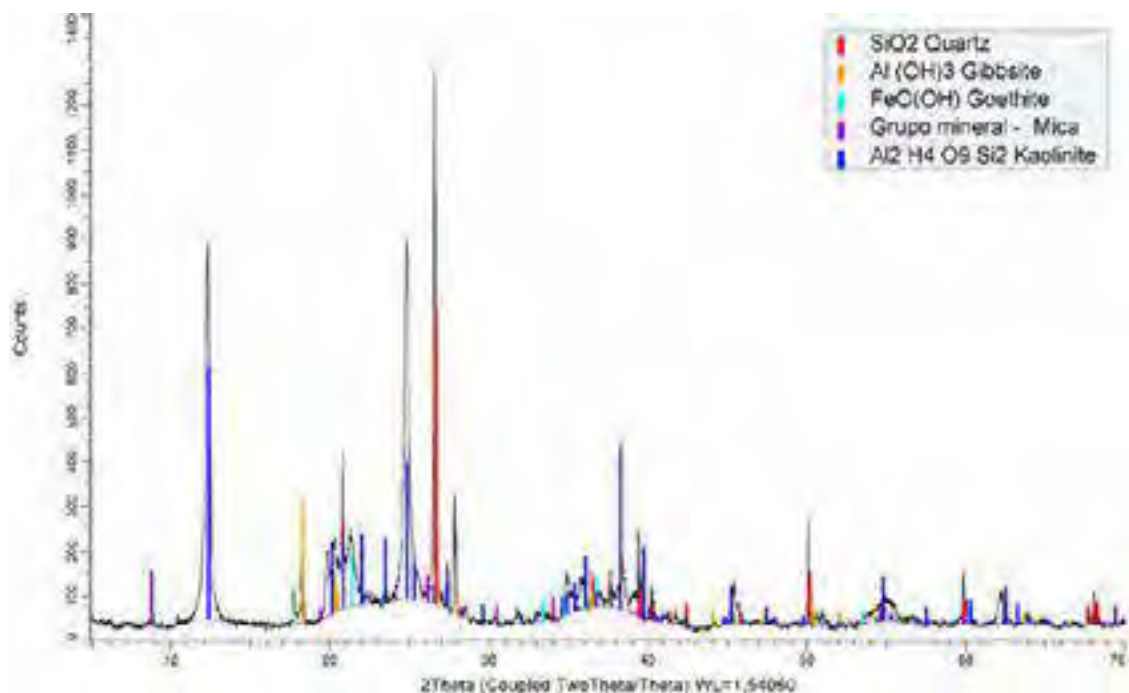
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0560.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T5/PC3
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,20 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

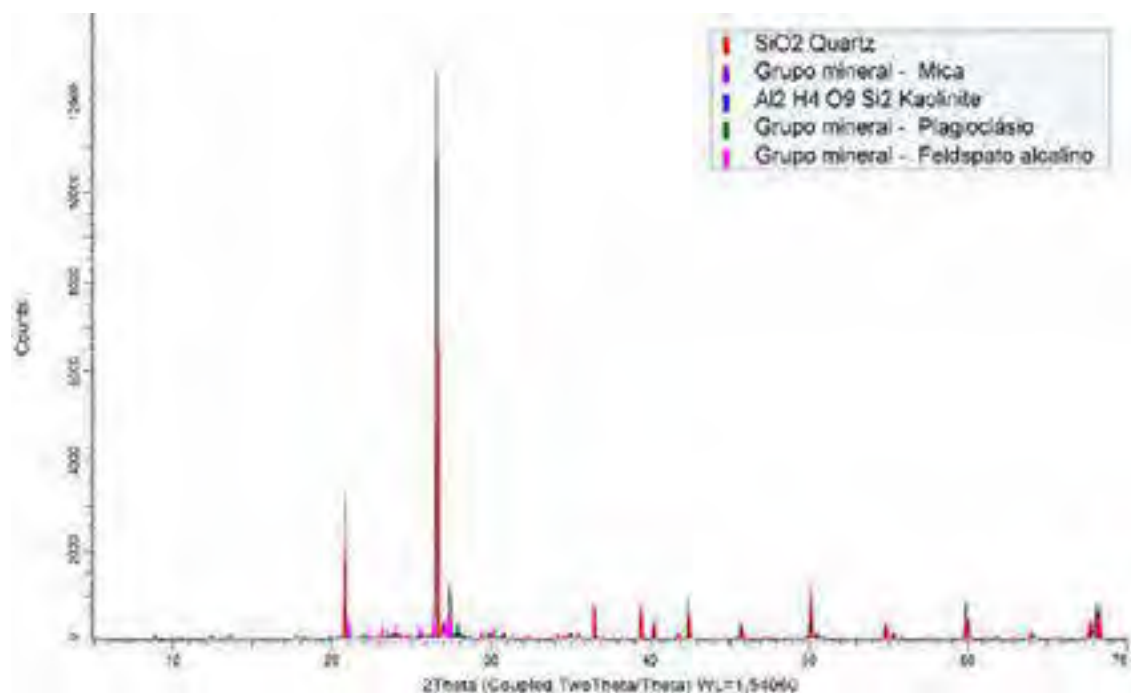
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0563.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T8/AF10
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,20 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

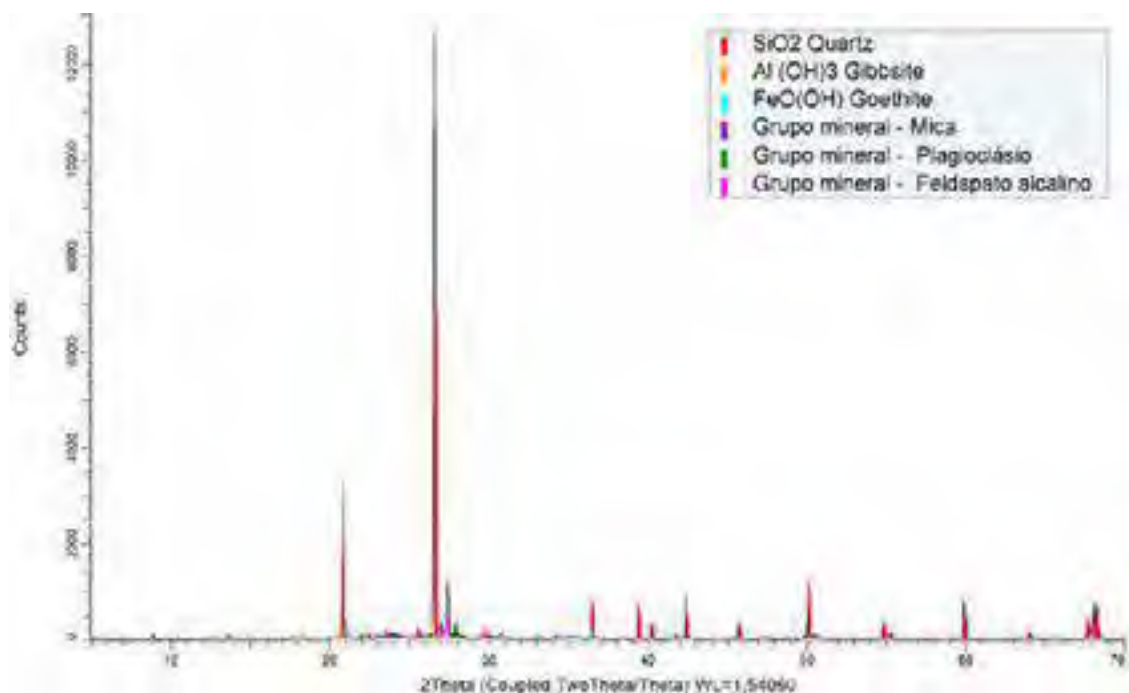
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0564.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T9/AF12
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

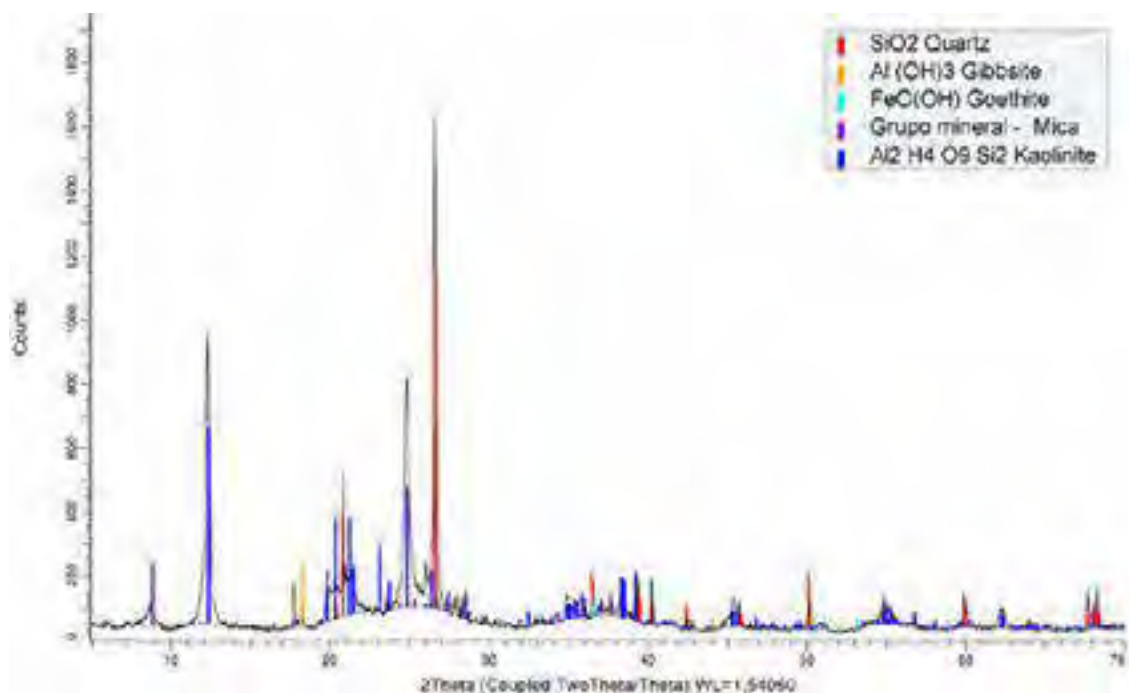
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0566.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	T11/AF16
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

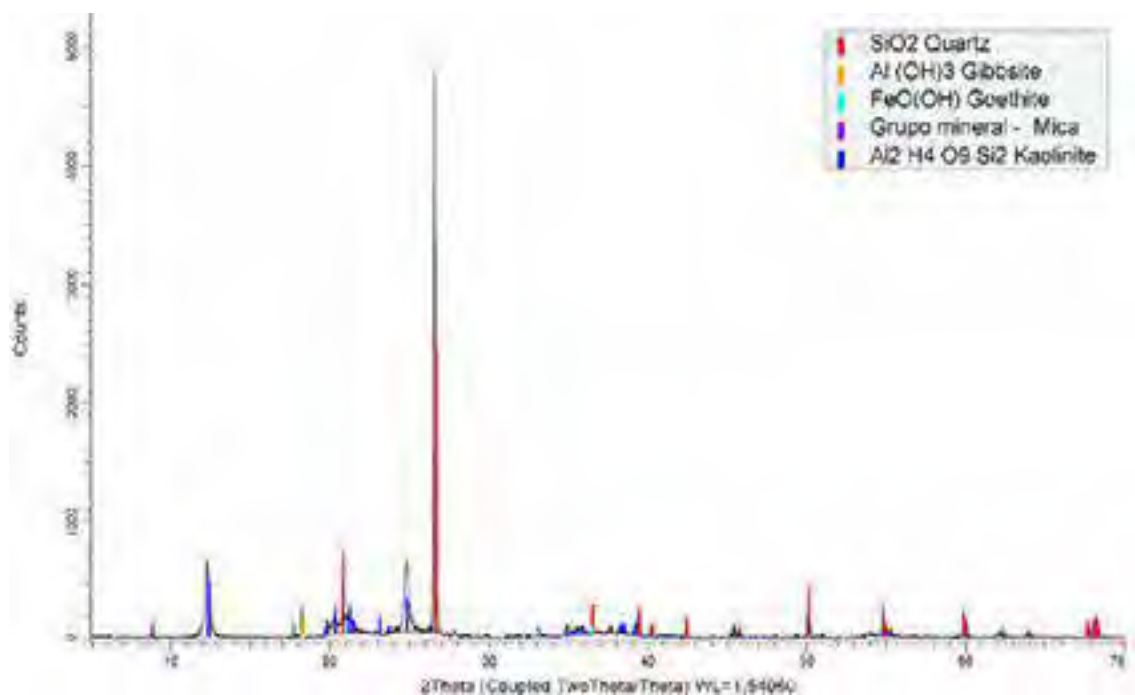
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0568.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R1/AF4
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

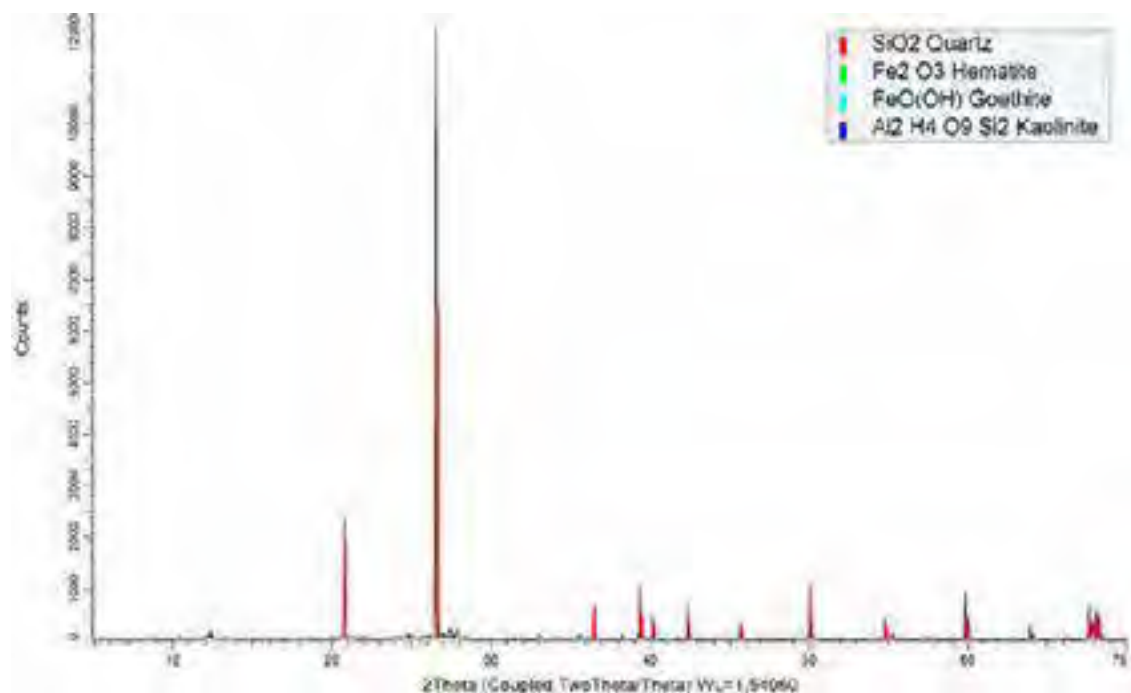
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0569.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R2/AF5
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

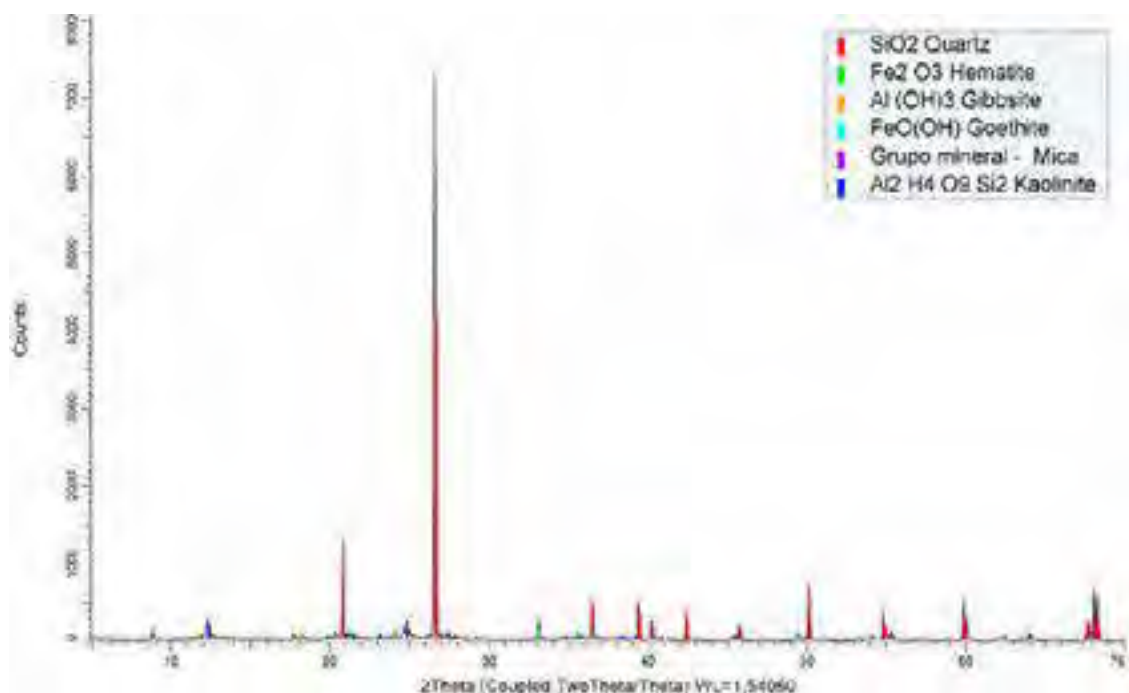
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0570.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R3/AF6
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

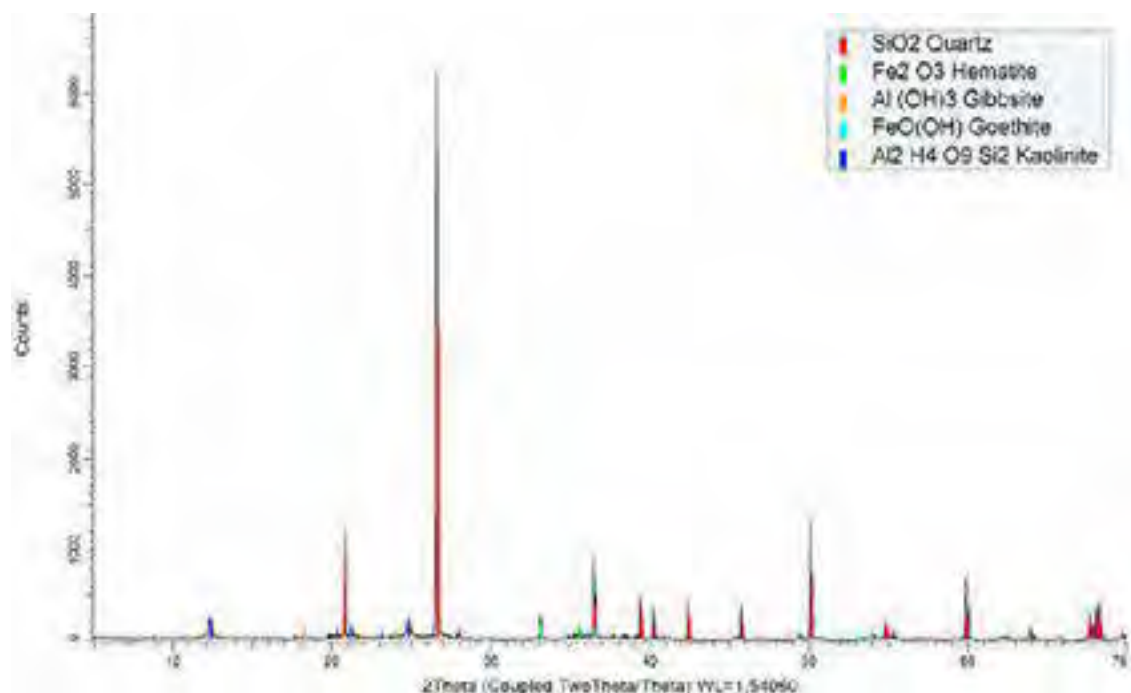
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0571.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R4/AF7
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

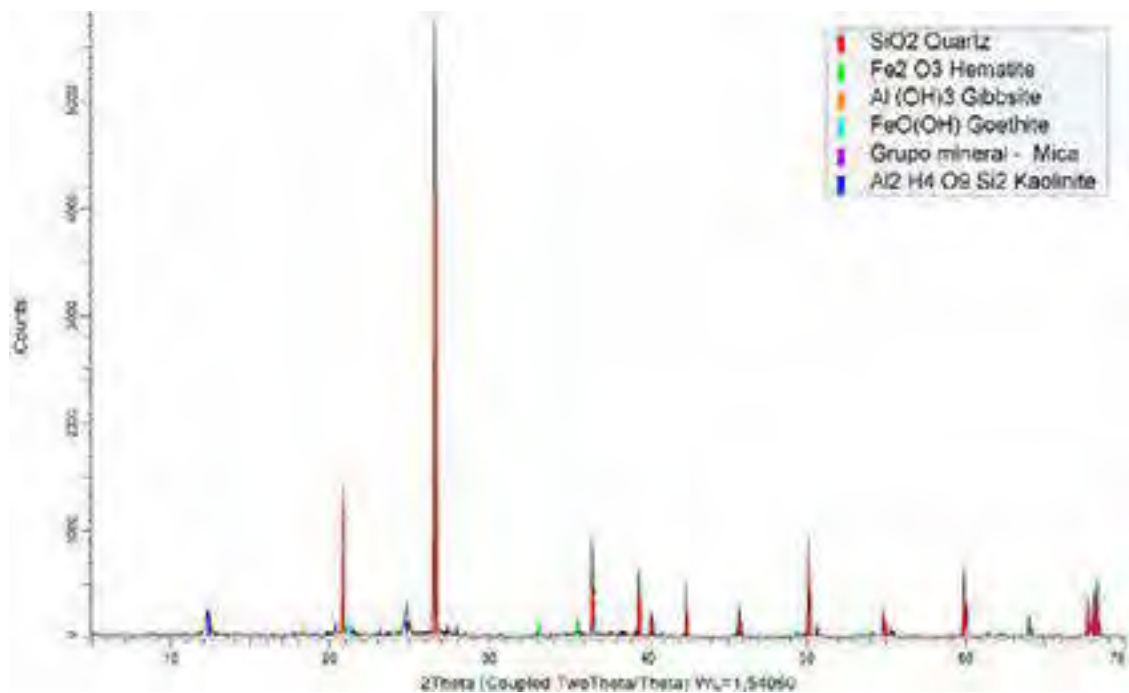
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0572.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R5/AF8
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

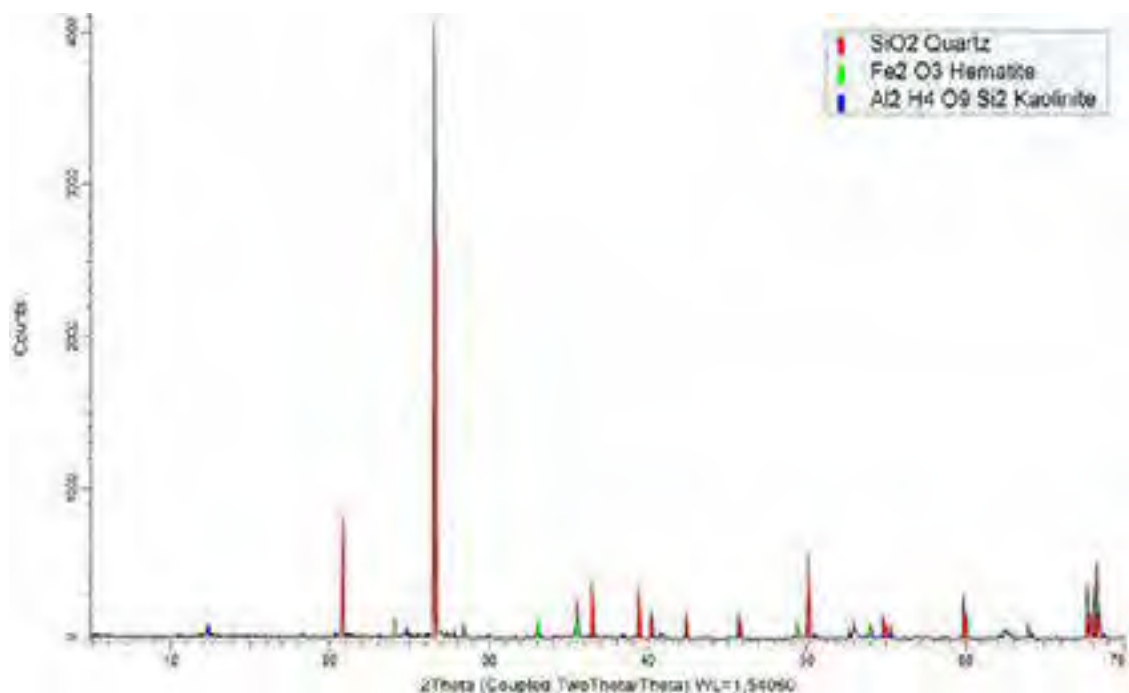
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0573.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R6/AF9
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

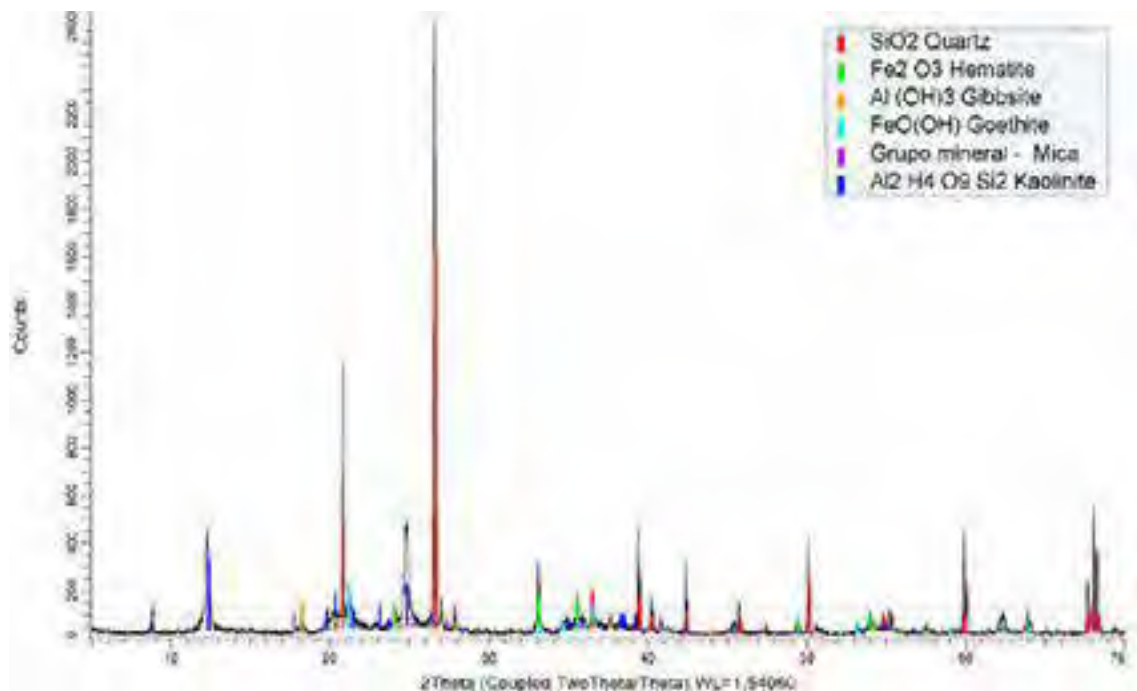
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0574.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R7/AF11
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

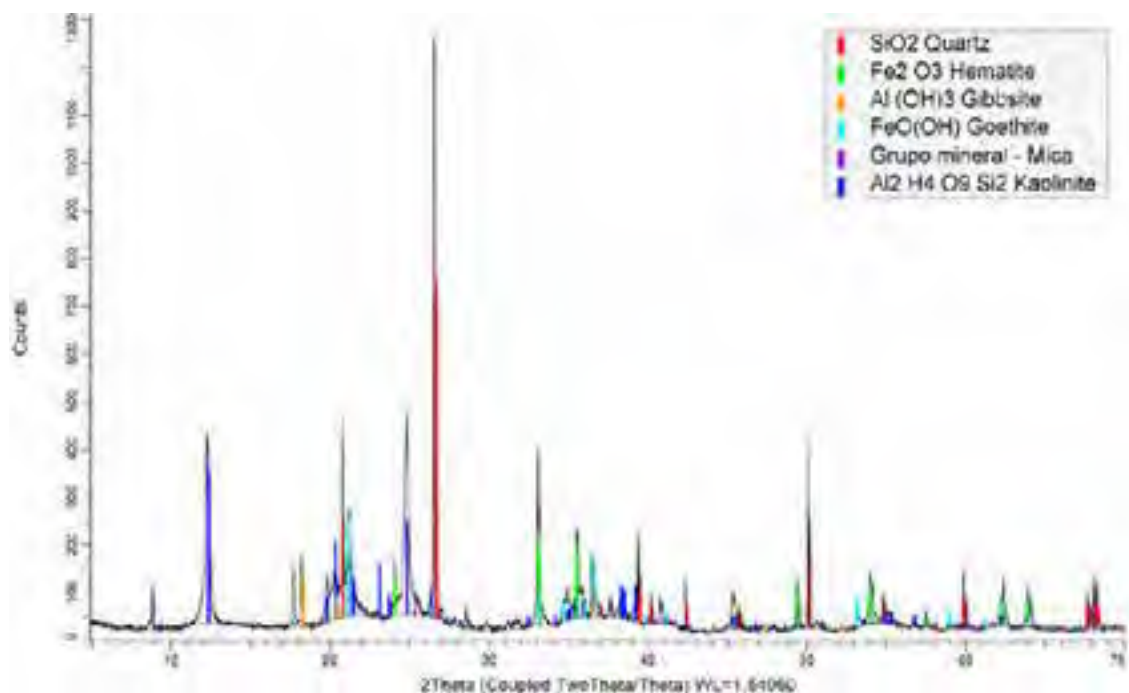
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0575.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R8/AF13
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

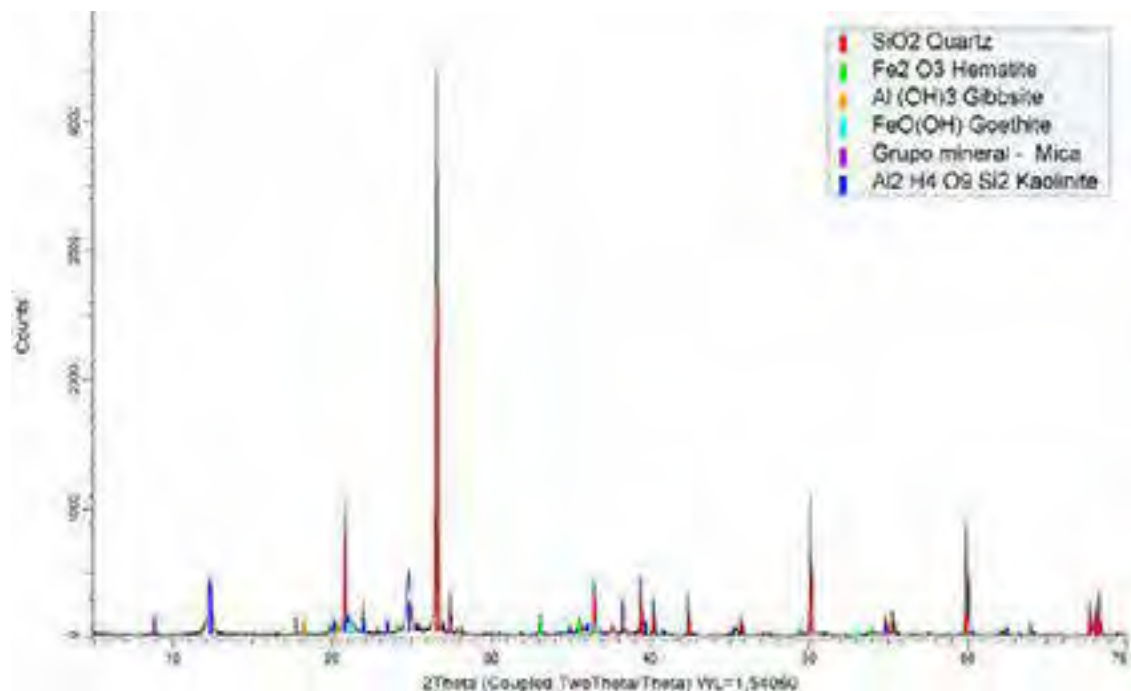
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0576.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R9/AF14
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

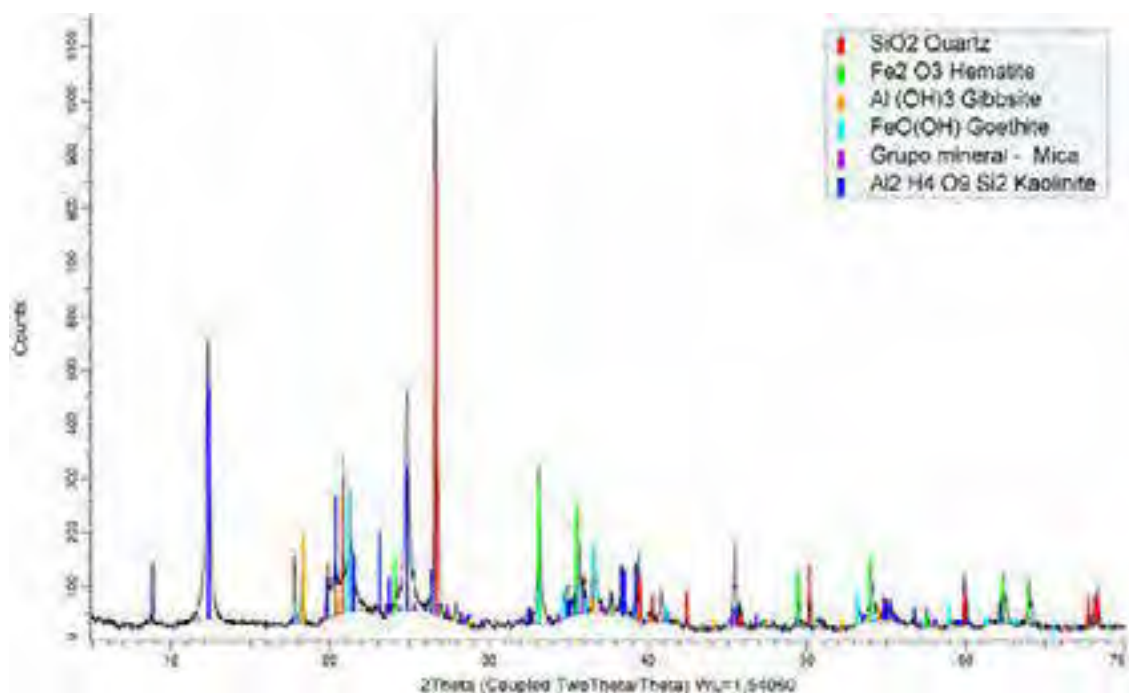
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0577.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R10/AF15
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

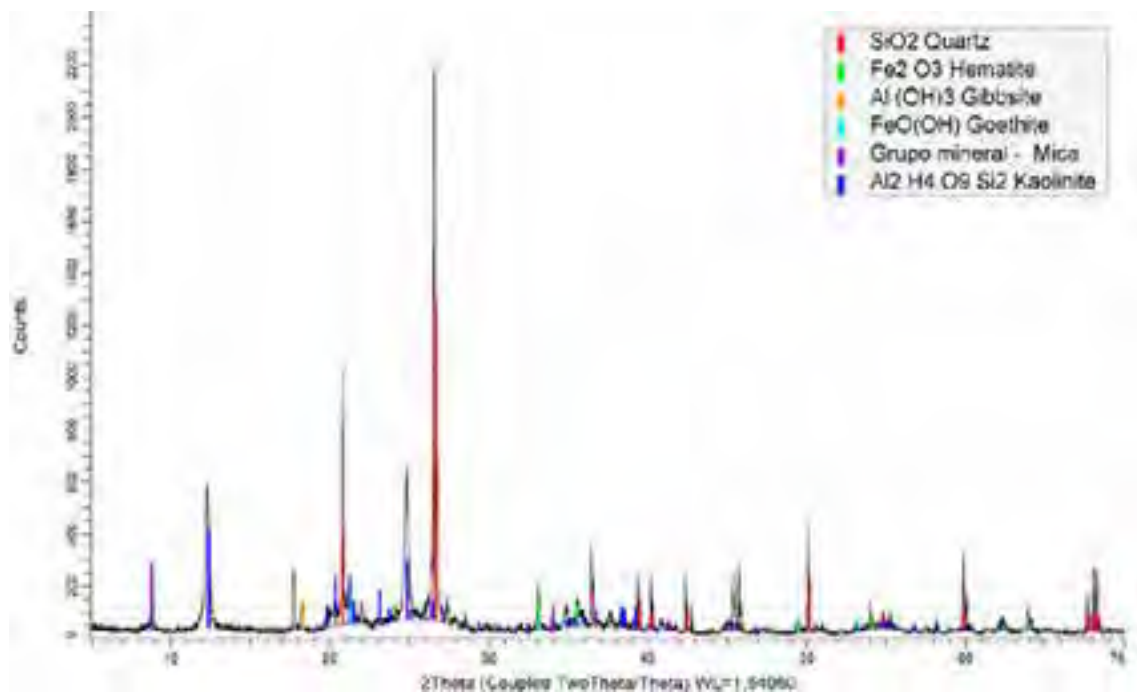
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0578.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R11/AF17
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

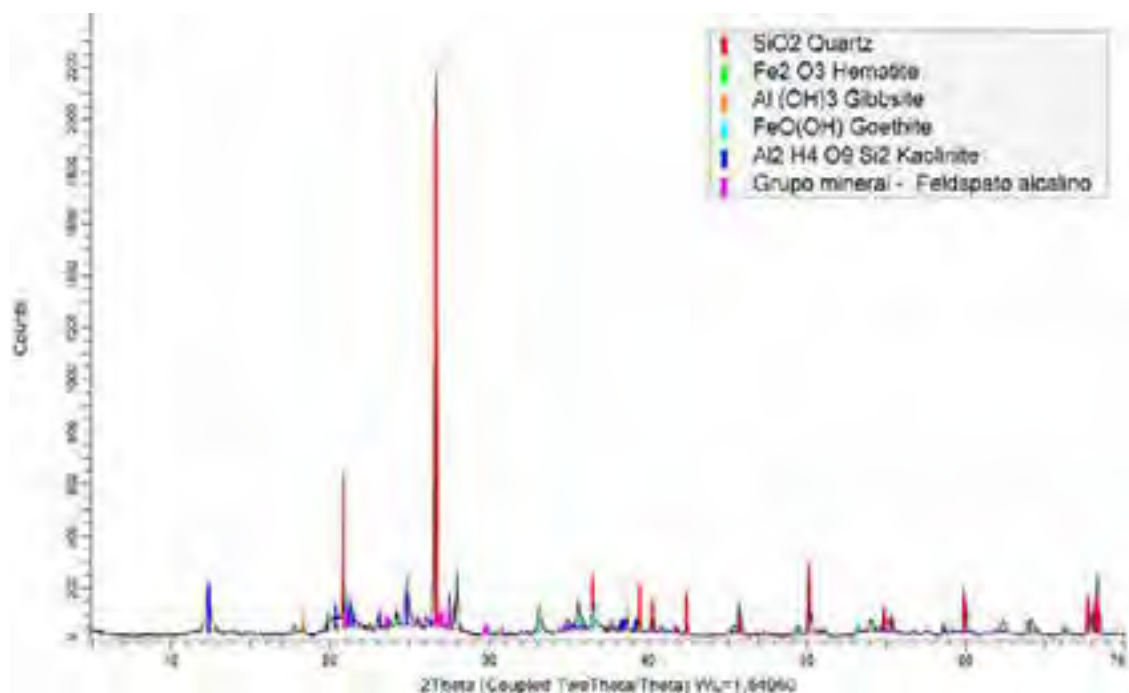
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0579.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R12/AF18
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

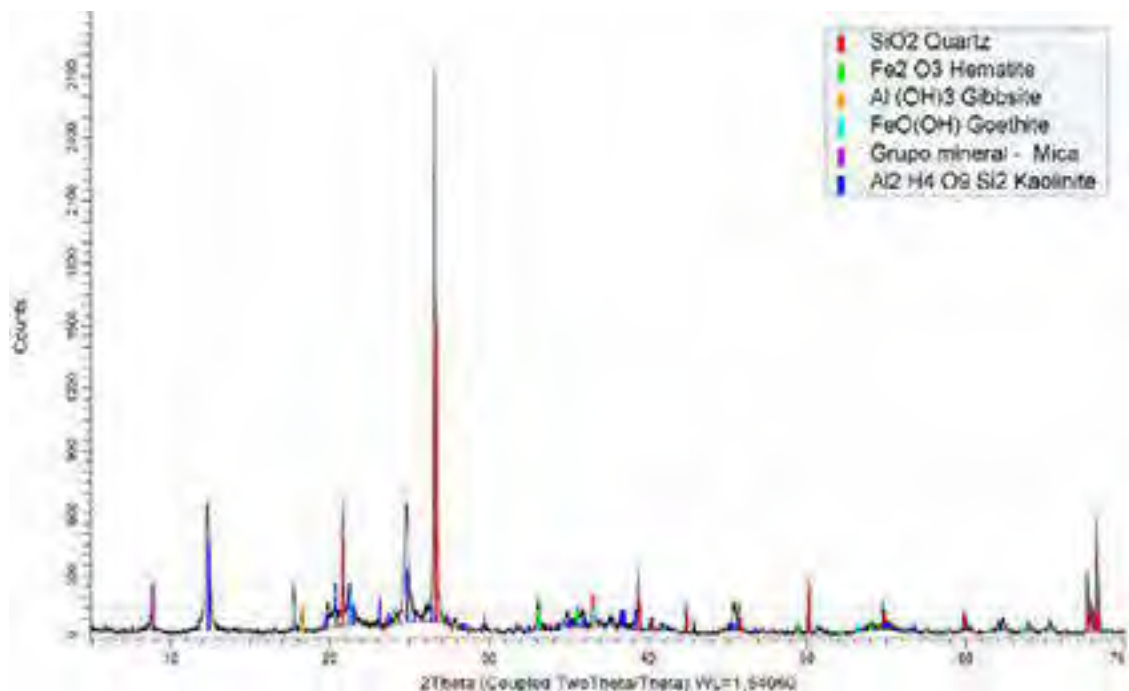
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0580.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R13/AF20
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

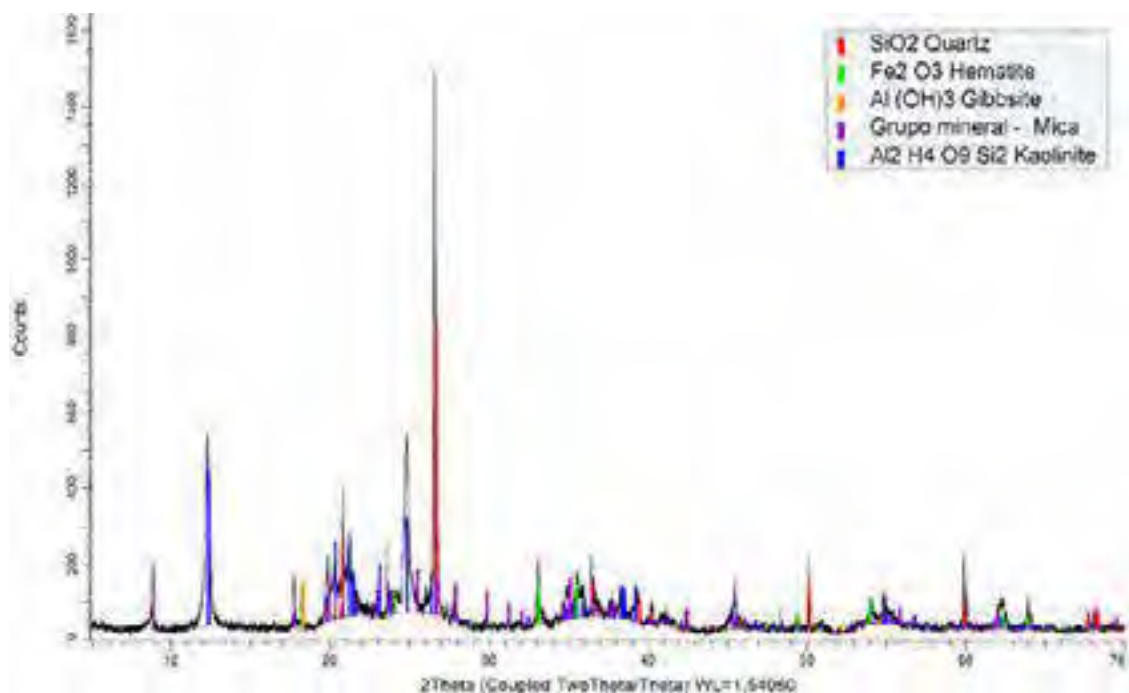
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0581.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R14/AF21
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

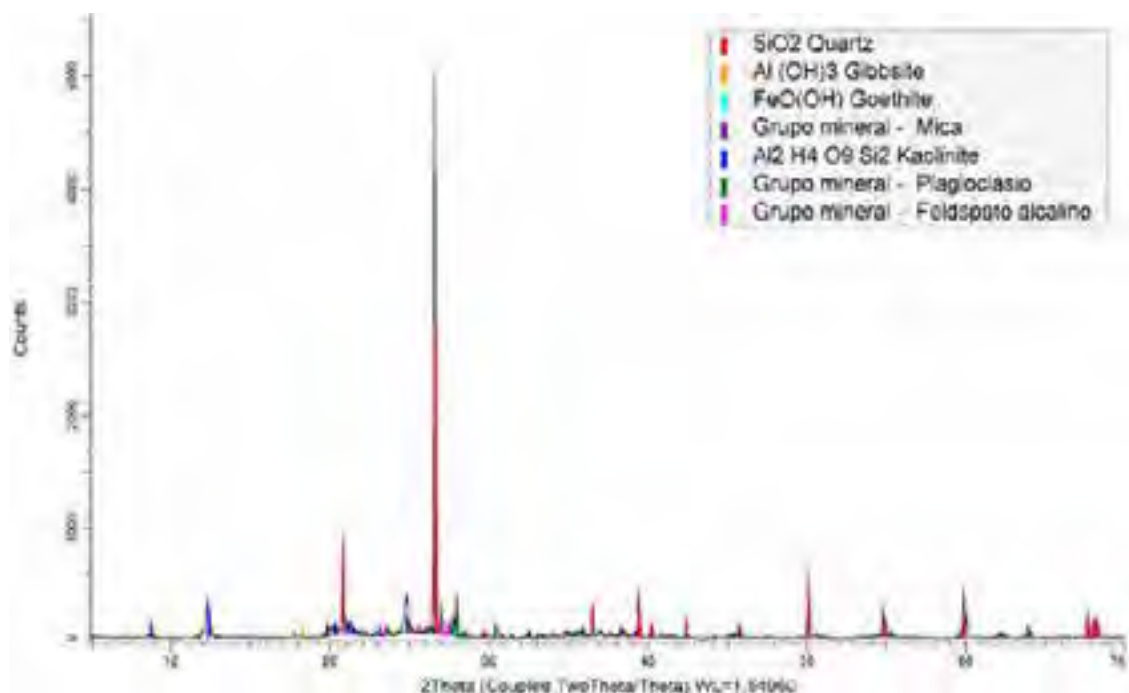
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0582.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R15/AF22
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

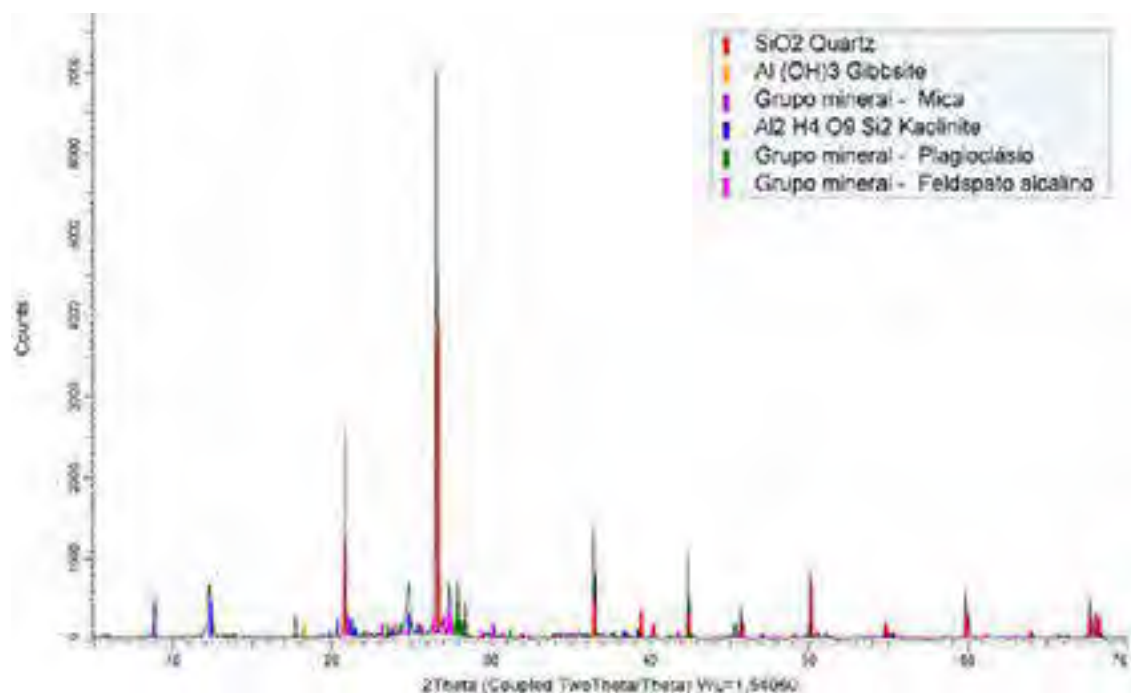
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0583.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	R16/AF23
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

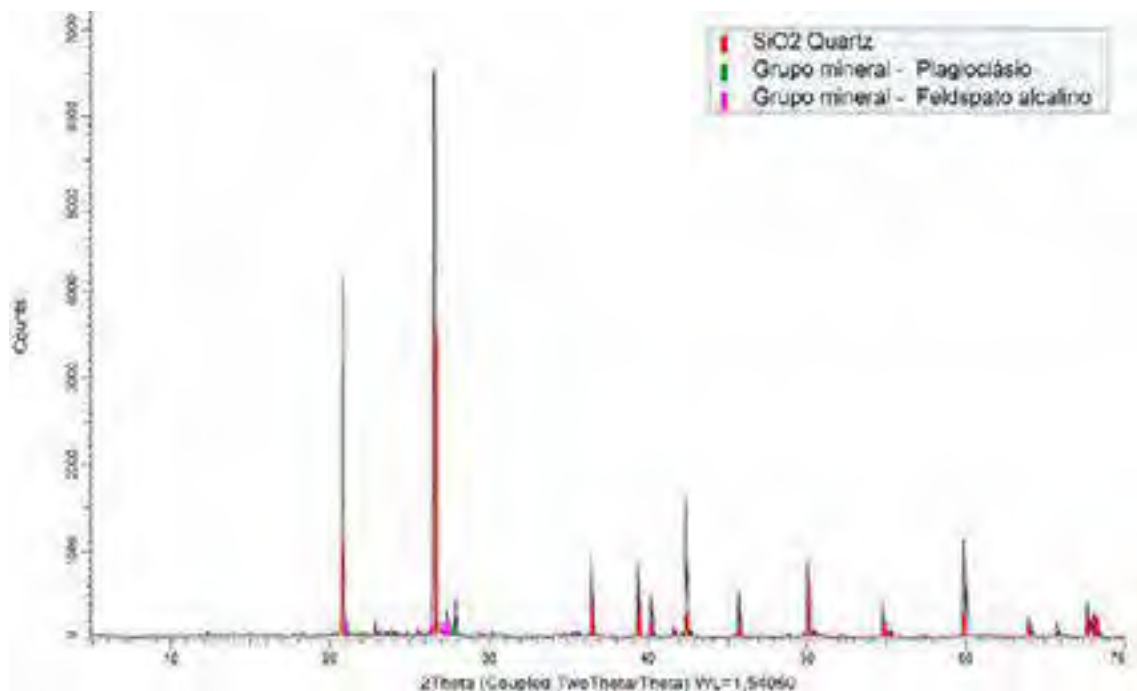
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0584.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	C1
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

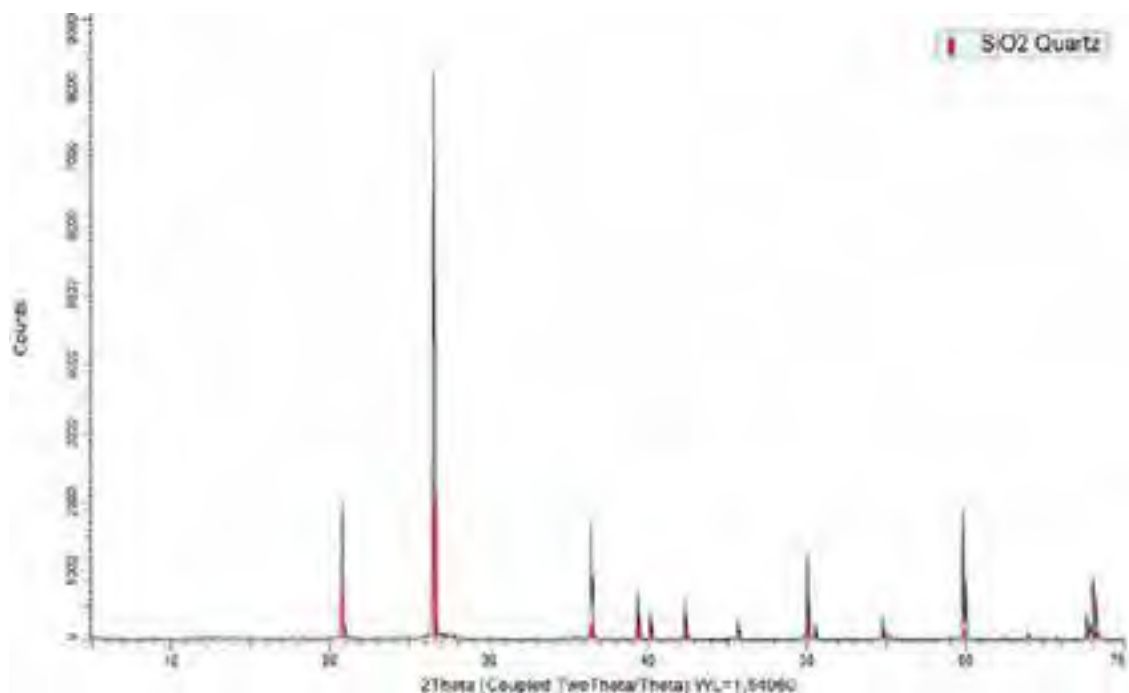
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0585.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	C2
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

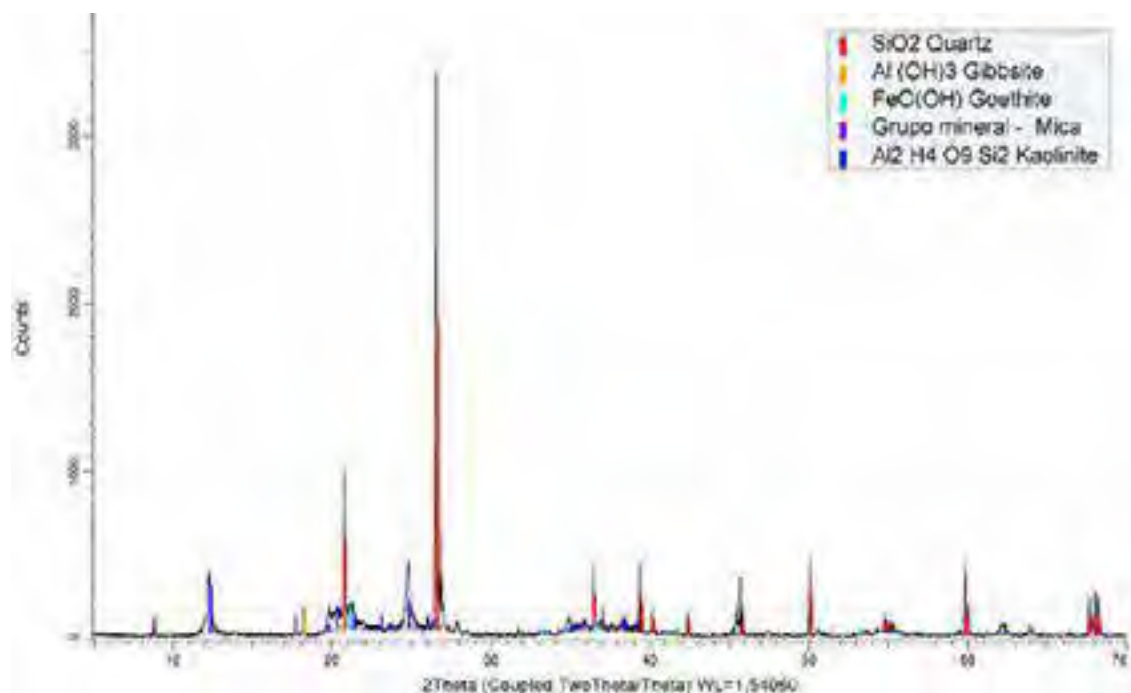
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0600.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L1
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

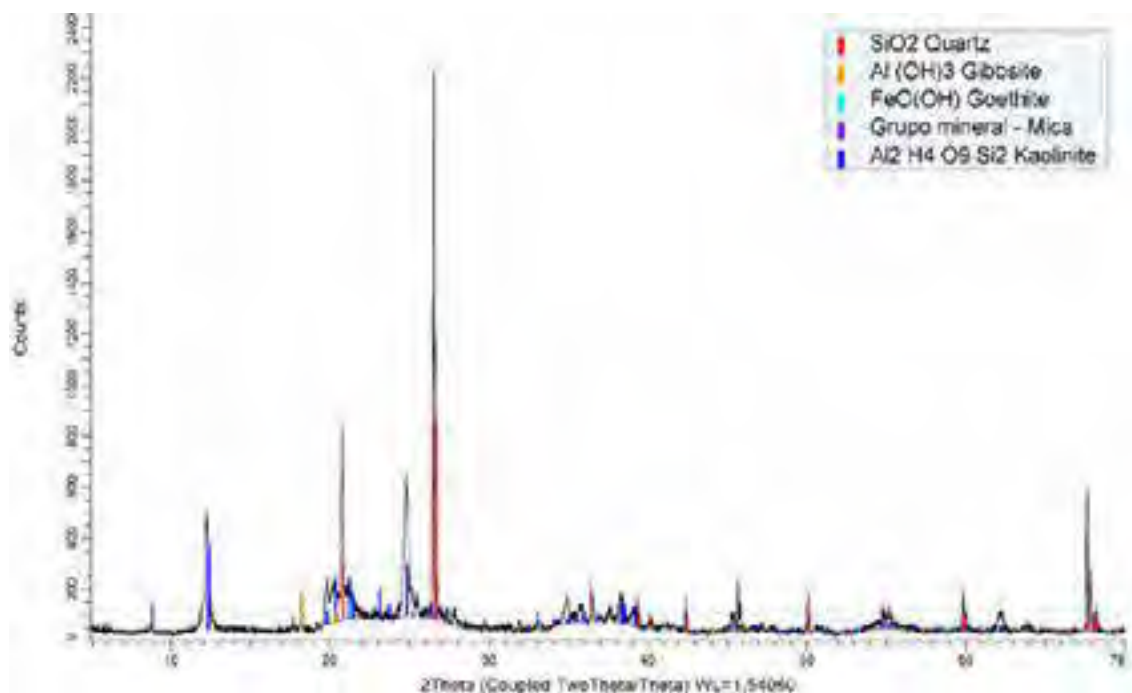
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0601.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L2
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

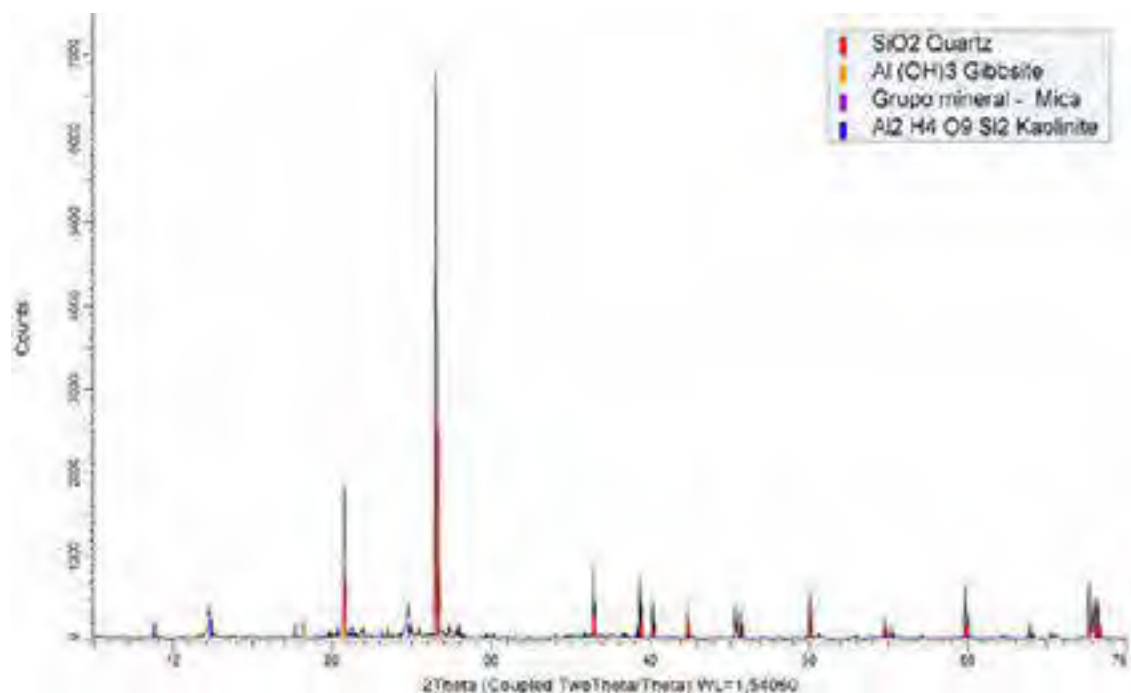
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0602.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L3
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

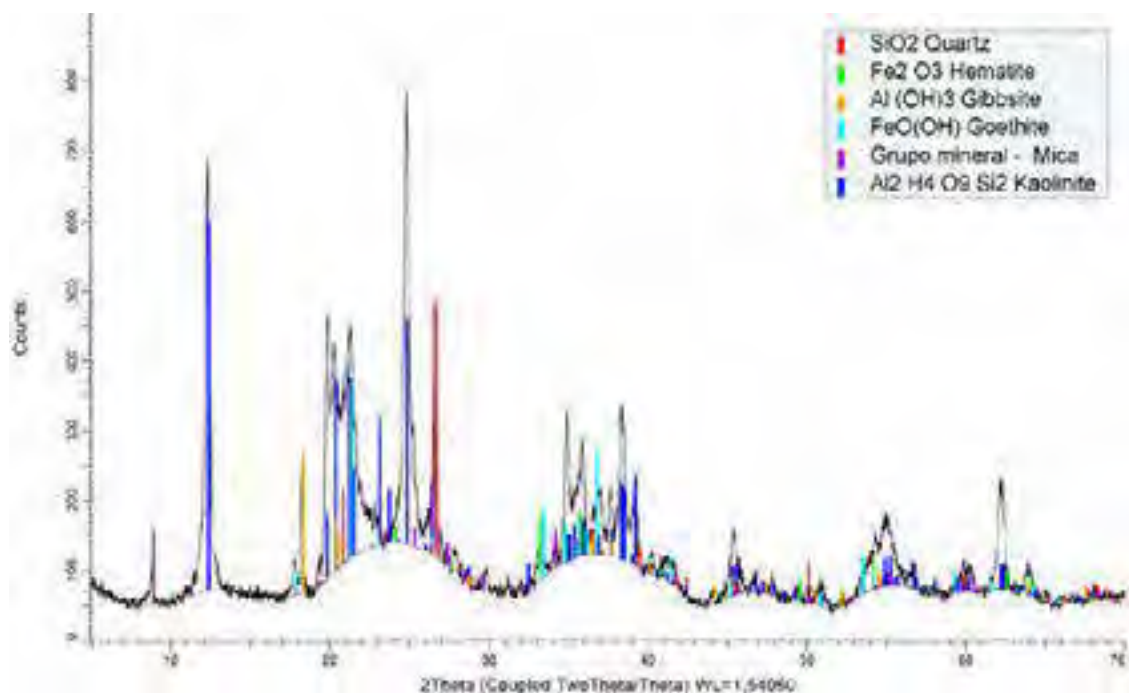
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0603.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L4
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,35 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

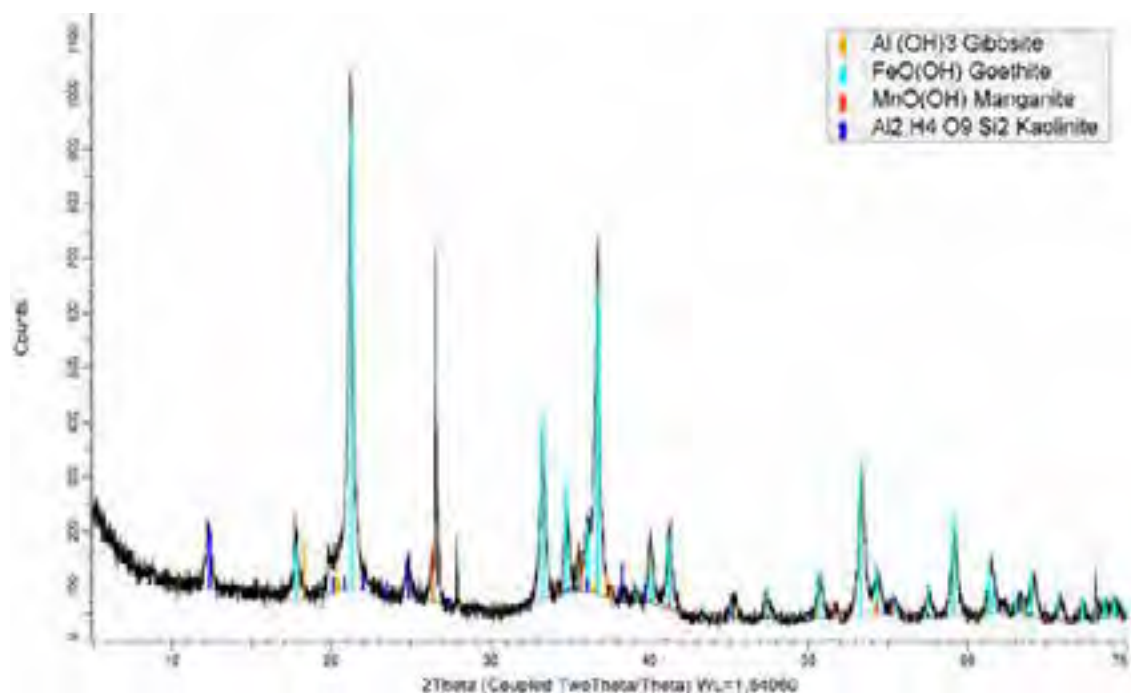
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0604.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L5
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,45 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

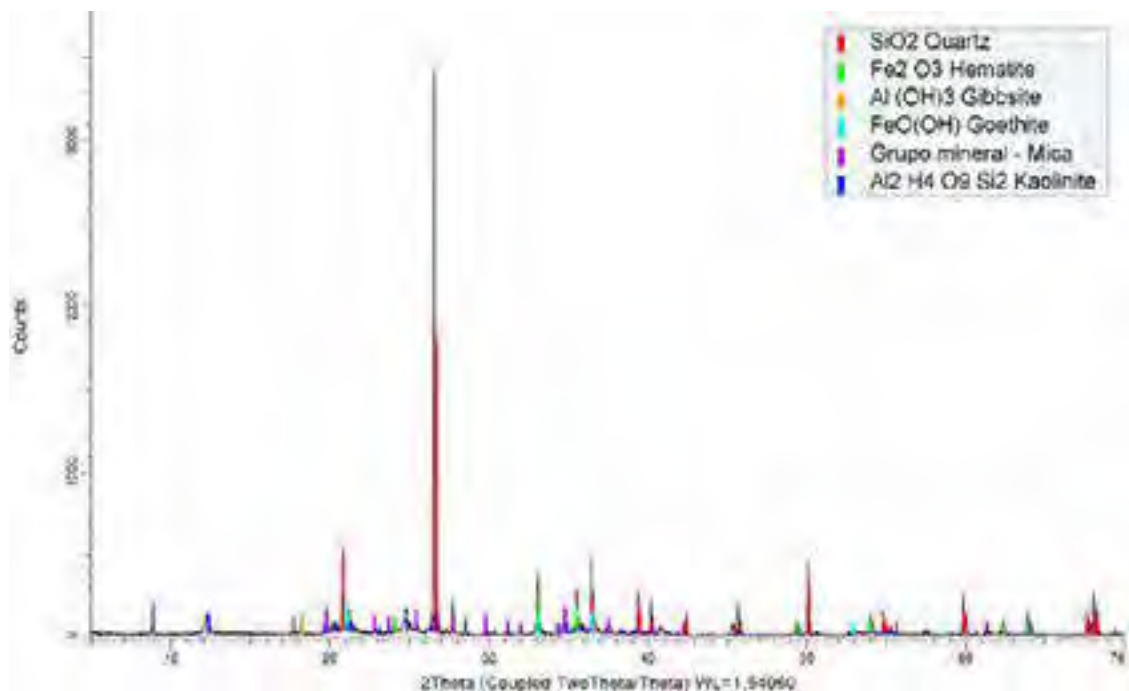
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0608.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	Ponto adicional - 1
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

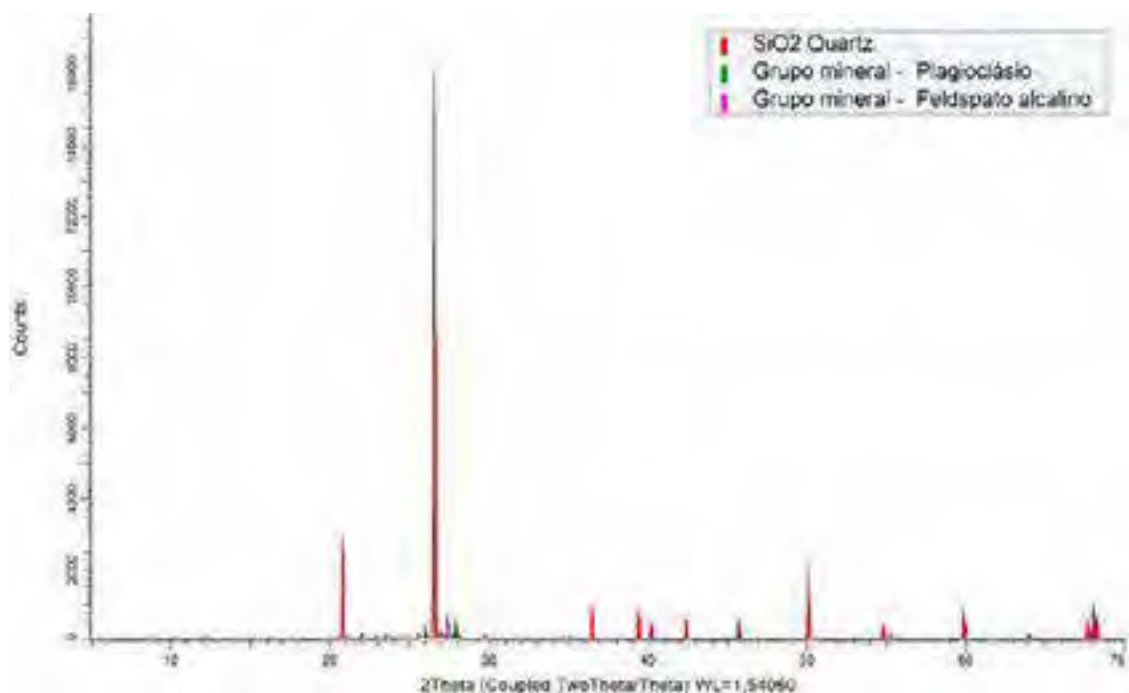
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0610.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	UHE 1 - Mascarenhas
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,3 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

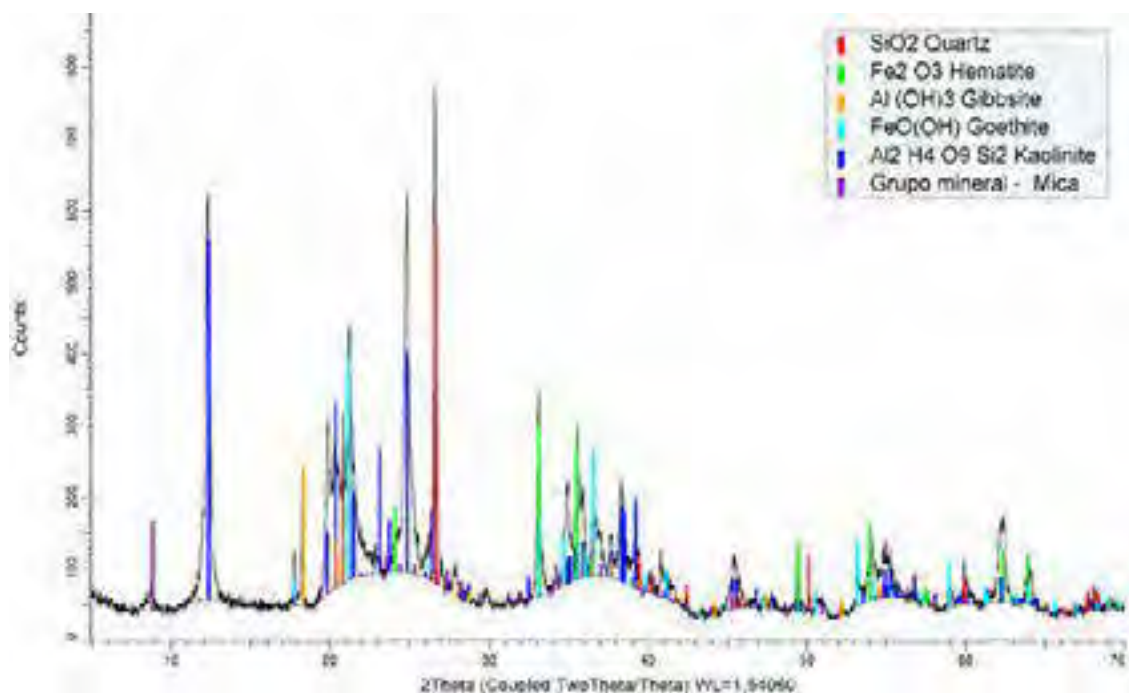
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0611.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	UHE - Aimores
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,3 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

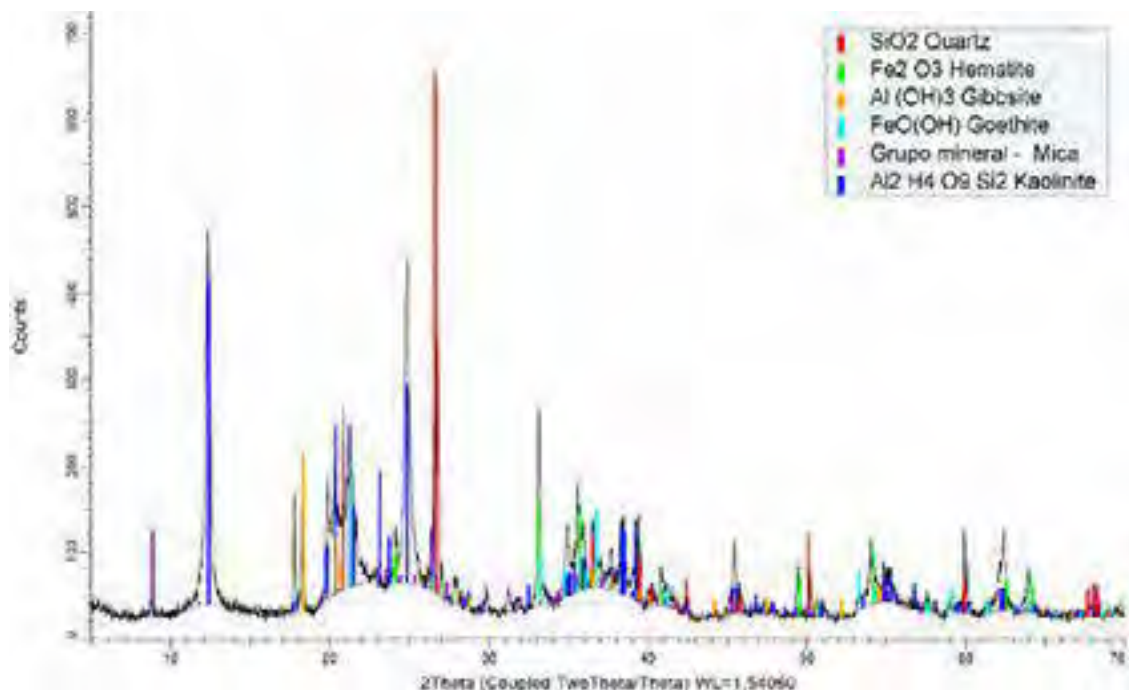
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0612.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	UHE - Baguari
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

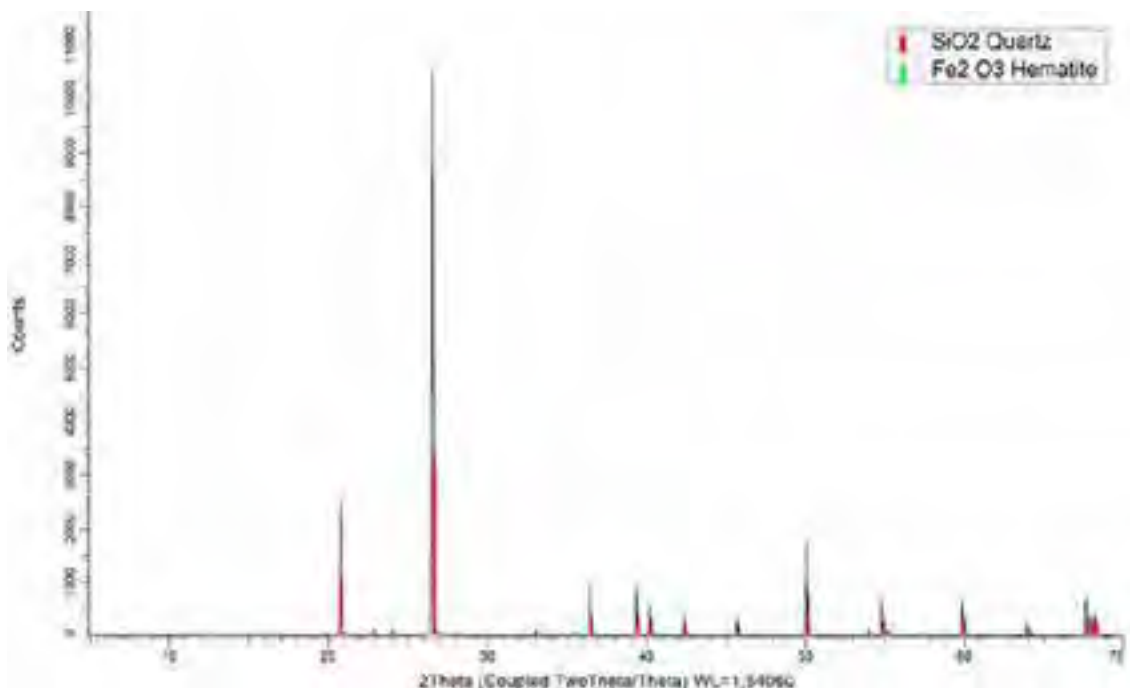
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0613.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	UHE – Risoleta Neves
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas manualmente e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

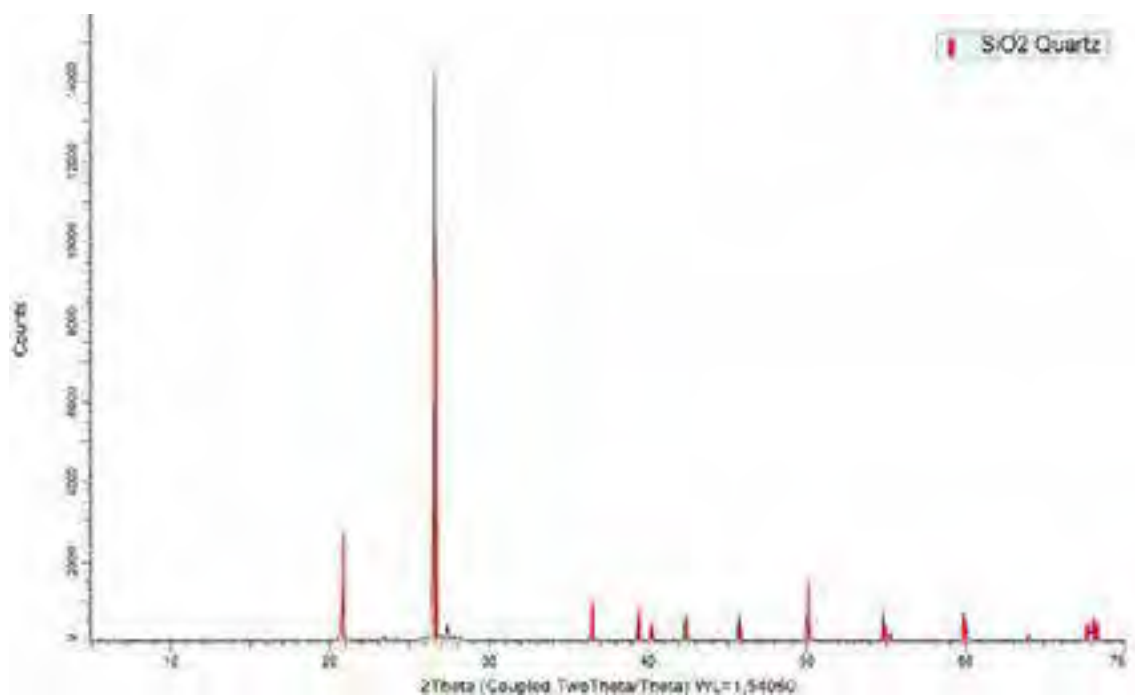
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0627.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L6
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

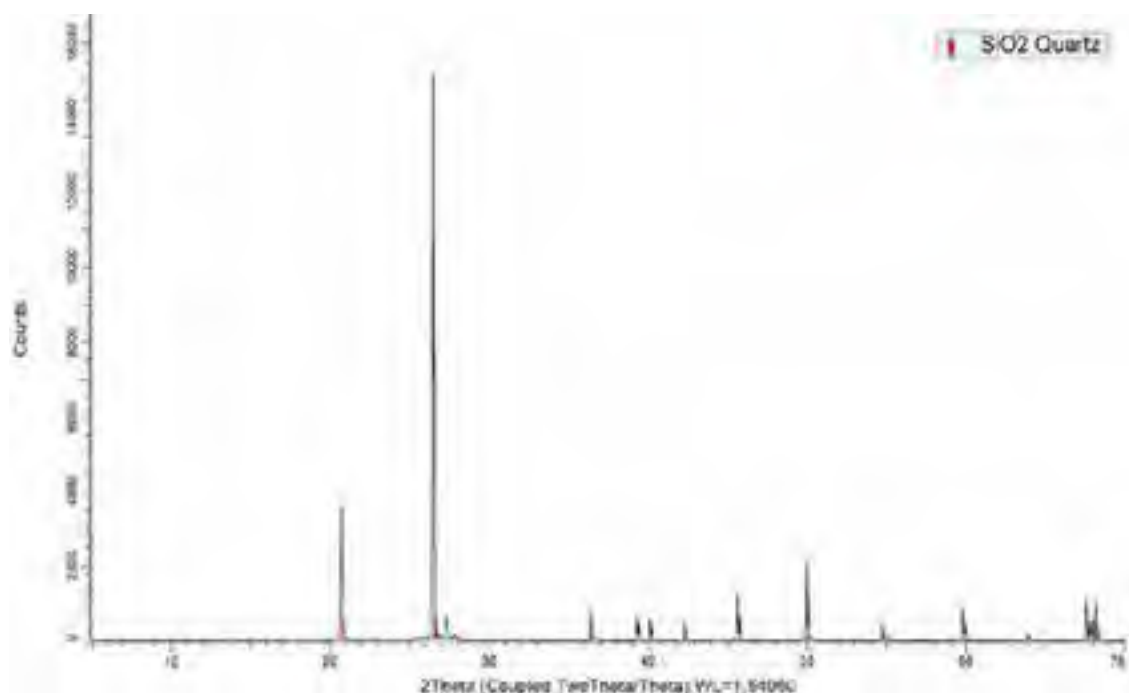
CER EC 2232/2020

Emissão: 24/06/2020

Identificação da amostra:	1.0628.20
Amostra:	Sedimento
Origem:	L7
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹
Preparo da amostra:	As amostras foram previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm.

RESULTADOS

Difratograma

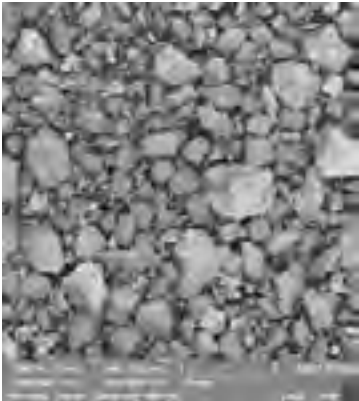


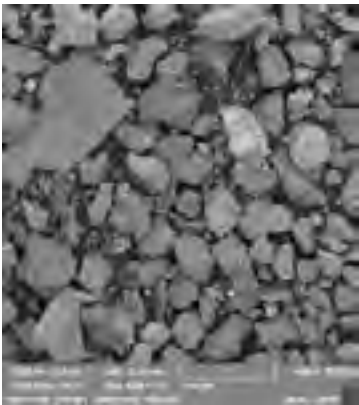
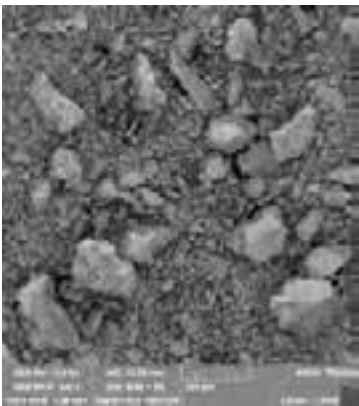
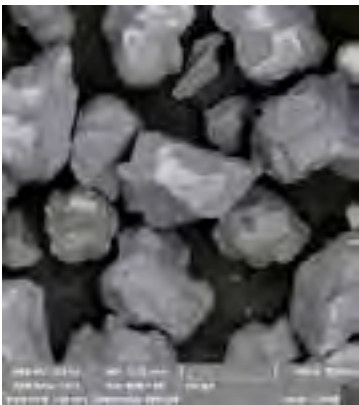
As considerações e resultados contidos neste certificado de análise têm validade restrita às amostras analisadas e às condições de ensaio, tendo validade somente a versão final devidamente assinada eletronicamente.

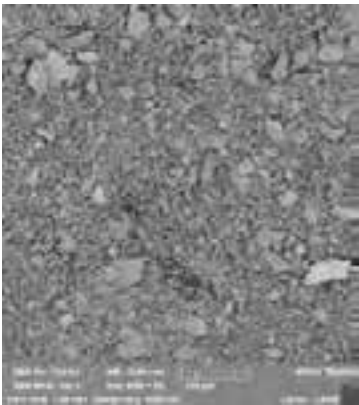
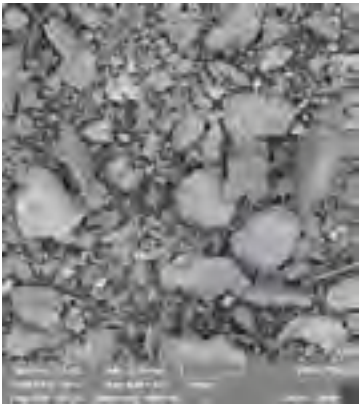
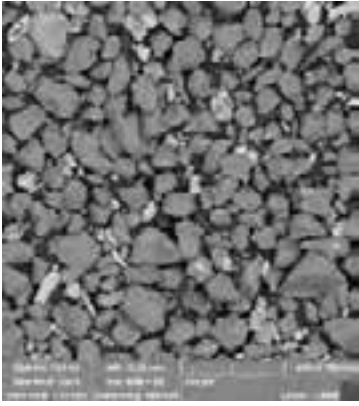
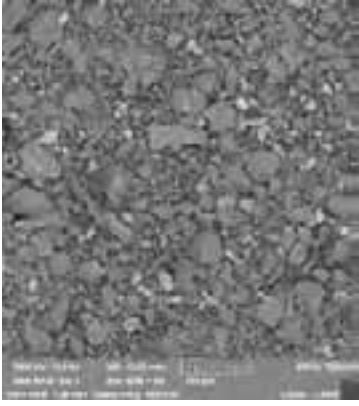
Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelo Lactec.

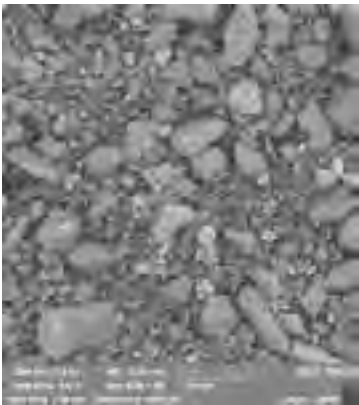
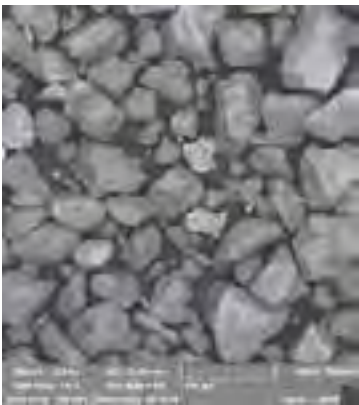
Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

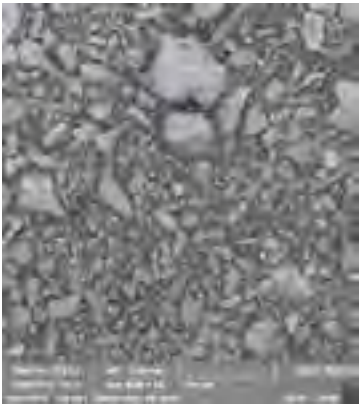
APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO DO GRAU DE ARREDONDAMENTO DO GRÃO

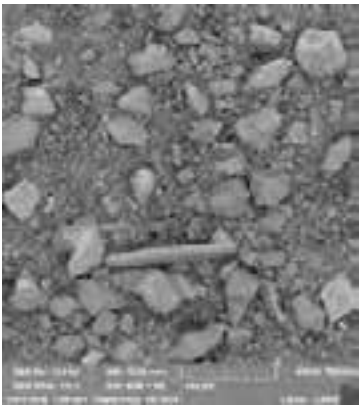
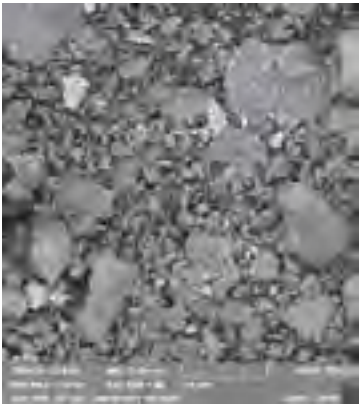
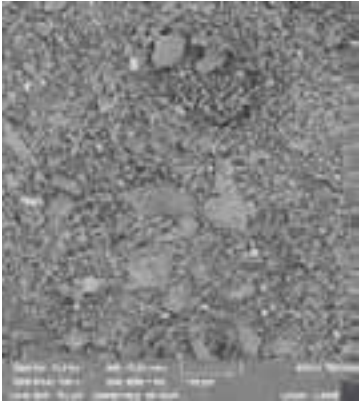
ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0556.20	T1/AF1	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0557.20	T2/PC1	Quartzo e Hematita		Angular
1.0558.20	T3/AF2	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Caolinita e plagioclásio		Angular

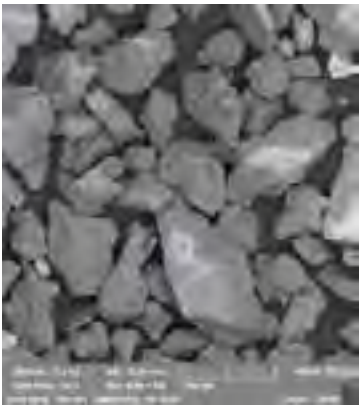
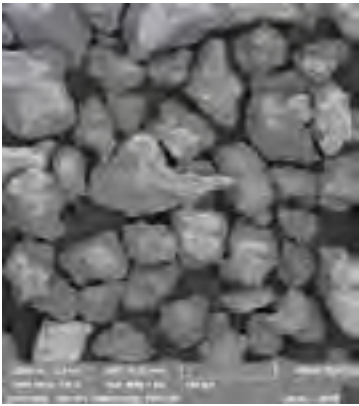
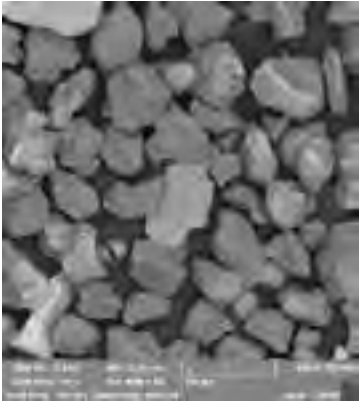
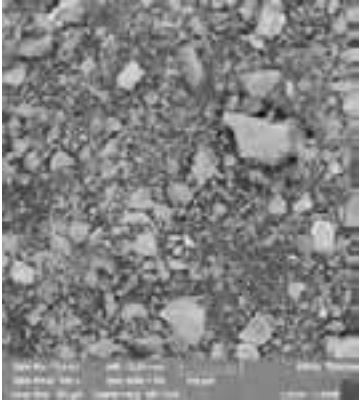
ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0559.20	T4/AF3	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0560.20	T5/PC3	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0563.20	T8/AF10	Quartzo, Mica, Caolinita, Plagioclásio e Feldspato alcalino		Semi-angular
1.0564.20	T9/AF12	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica. Plagioclásio e Feldspato alcalino		Angular

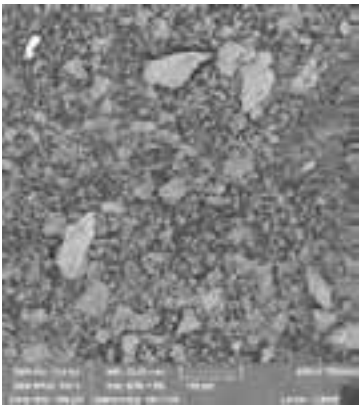
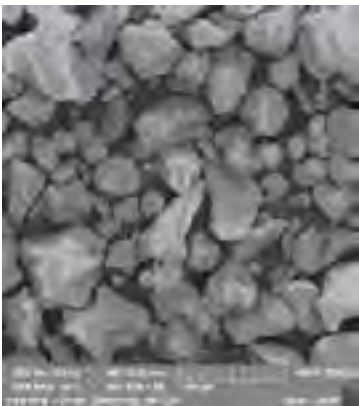
ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0566.20	T11/AF16	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0568.20	R1/AF4	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0569.20	R2/AF5	Quartzo, Hematita, Goethita e Caolinita		Angular
1.0570.20	R3/AF6	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular

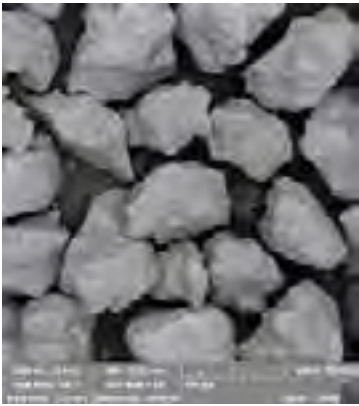
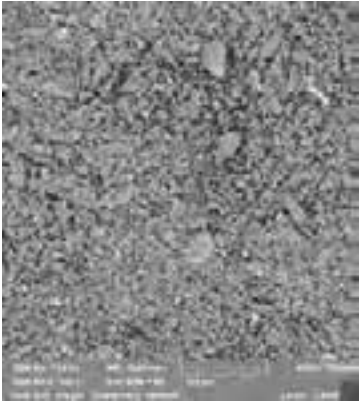
ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0571.20	R4/AF7	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita e Caolinita		Angular
1.0572.20	R5/AF8	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0573.20	R6/AF9	Quartzo, Hematita e Caolinita		Angular
1.0574.20	R7/AF11	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular

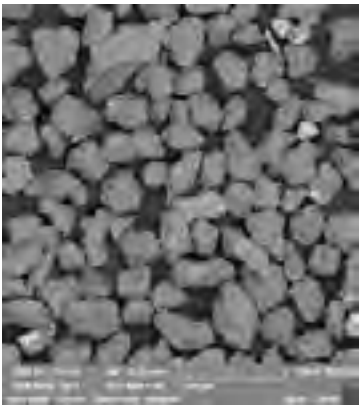
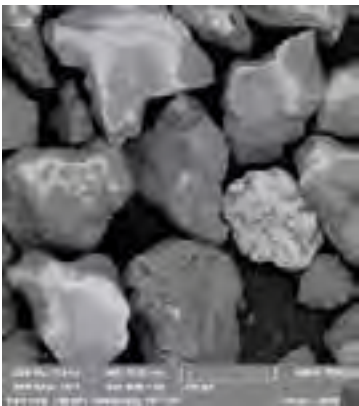
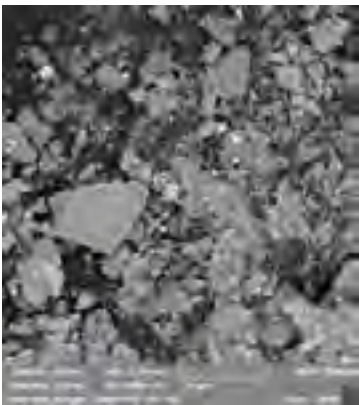
ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0575.20	R8/AF13	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0576.20	R9/AF14	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0577.20	R10/AF15	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0578.20	R11/AF17	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular

ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0579.20	R12/AF18	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Caolinita e Feldspato alcalino		Angular
1.0580.20	R13/AF20	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0581.20	R14/AF21	Quartzo, Hematita, Gibsita, Mica e Caolinita		Angular
1.0582.20	R15/AF22	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica, Caolinita, plagioclásio e Feldspato alcalino		Angular

ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0583.20	R16/AF23	Quartzo, Gibsita, Mica, Caolinita, Plagioclásio e Feldspato alcalino		Angular
1.0584.20	C1	Quartzo, Plagioclásio e Feldspato alcalino		Angular
1.0585.20	C2	Quartzo		Angular
1.0600.20	L1	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular

ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0601.20	L2	Quartzo, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0602.20	L3	Quartzo, Gibsita, Mica e Caolinita		Angular
1.0603.20	L4	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0604.20	L5	Gibsita, Goethita, Magnetita e Caolinita		Angular

ESTAÇÃO AMOSTRAL	Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0608.20 PONTO ADICIONAL 1	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular
1.0610.20 UHE MASCARENHAS	Quartzo, Plagioclásio e Feldspato alcalino		Semi-angular
1.0611.20 UHE AIMORÉS	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Caolinita e Mica		Angular
1.0612.20 UHE BAGUARI	Quartzo, Hematita, Gibsita, Goethita, Mica e Caolinita		Angular

ESTAÇÃO AMOSTRAL		Mineralogia por DRX	Morfometria - MEV	Classificação morfométrica
1.0613.20	UHE RISOLETA NEVES	Quartzo e Hematita		Angular
1.0627.20	L6	Quartzo		Angular
1.0628.20	L7	Quartzo		Angular

APÊNDICE C – TEORES PSEUDOTOTAIS DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS DOS MATERIAIS COLETADOS DA CHEIA DE 2020

Teores pseudototais de elementos potencialmente tóxicos dos materiais coletados da cheia de 2020 (amostras individuais). Teores indicados em vermelho representam os elementos do material de Governador Valadares cujos teores ultrapassaram a referência (MINAS GERAIS, 2011).

Parâmetro	unidades	material 2020 Ilha do Araújo I	material 2020 Ilha do Araújo II	material 2020
Ag	mg kg ⁻¹	0,49	N.D	0,41
Al	mg kg ⁻¹	16.129	11.985	18.922
As	mg kg ⁻¹	11,10	7,91	12,25
Ba	mg kg ⁻¹	117,12	114,094	137,389
Cd	mg kg ⁻¹	0,05	<0,05	0,06
Co	mg kg ⁻¹	9,47	9,11	11,14
Cr	mg kg ⁻¹	64,70	48,08	79,35
Cu	mg kg ⁻¹	20,3	15	24,6
Fe	mg kg ⁻¹	47.908	32.560	57.858
Hg	mg kg ⁻¹	<0,009	<0,009	<0,009

ANEXOS

ANEXO 1 – CERTIFICADOS DAS CARACTERIZAÇÕES QUÍMICAS

Relatório de Ensaio

90222/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 02/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90222/2019	Data e Hora do Recebimento	11/02/2020 08:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	04/02/2020 09:45
Identificação do Ponto	T1 -Córrego Santarém				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	26/02/20 - 09:14
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	16.650	-	mg/Kg	0,5	92	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:51
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:47
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:47
Bário total	17,56	-	mg/Kg	0,1	0,023	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:51
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:47
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:47
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:48
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:48
Cálcio total	377	-	mg/Kg	2	5,0	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:51
Chumbo total	8,42	35	mg/Kg	0,1	0,0084	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:52
Cobalto total	9,94	-	mg/Kg	0,1	0,029	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:56
Cobre total	10,68	36	mg/Kg	0,1	0,0092	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:56
Cromo total	21,8	37,3	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:56
Enxofre total	70,3	-	mg/Kg	0,5	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:56
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:49
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:52
Ferro total	20.530	-	mg/Kg	0,5	37	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:56
Fósforo total	37,58	-	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Magnésio total	148	-	mg/Kg	0,5	0,97	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Manganês total	613	-	mg/Kg	0,5	0,58	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:52



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:52
Níquel total	7,65	18	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:53
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Potássio total	119	-	mg/Kg	0,5	0,39	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Silício total	282	-	mg/Kg	0,5	3,5	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Sódio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:50
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:50
Titânio total	104	-	mg/Kg	0,5	0,41	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:55
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:50
Vanádio total	17,9	-	mg/Kg	0,5	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Zinco total	7,31	123	mg/Kg	0,5	0,043	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 16:54
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	149	-	mg/Kg	10	18	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:29
Nitrogênio Nitrato	38,08	-	mg/Kg	10	6,8	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	319	-	mg/Kg	5	110	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:30
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,91	-	%	0,01	0,18	POP 089 Ed. 15	13/02/20 - 11:38
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	17/02/20 - 17:00
pH	6,56	-	UpH	0,01	0,13	ABNT 10004 2004	13/02/20 - 13:00
Teor de Sólidos Secos	80,87	-	%	0,1	0,081	ABNT - 2016 6457 2016	13/02/20 - 11:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/02/2020 18:20	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					12/02/2020 08:07	

**90222**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	3,85	5,40	4,32	14,47	33,86	31,70	6,42	0,00
Classificação textural:				Areia				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 0B09EA4E224D2D59296CA46F93389FD991233EAC

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90224/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 02/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90224/2019	Data e Hora do Recebimento	11/02/2020 08:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	04/02/2020 14:30
Identificação do Ponto	T3 - Rio Gualaxo do Norte				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	26/02/20 - 09:14
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	6.605	-	mg/Kg	0,5	36	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:19
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:12
Arsênio total	15,94	5,9	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:19
Bário total	131	-	mg/Kg	0,1	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:20
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:13
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:13
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:13
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:14
Cálcio total	516	-	mg/Kg	2	6,8	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Chumbo total	9,44	35	mg/Kg	0,1	0,0094	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Cobalto total	5,47	-	mg/Kg	0,1	0,016	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Cobre total	7,96	36	mg/Kg	0,1	0,0068	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Cromo total	12,9	37,3	mg/Kg	0,5	0,065	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Enxofre total	107	-	mg/Kg	0,5	0,40	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:14
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:14
Ferro total	24.900	-	mg/Kg	0,5	45	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Fósforo total	50,26	-	mg/Kg	0,1	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Magnésio total	629	-	mg/Kg	0,5	4,2	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:18
Manganês total	2.264	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 08:28
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Níquel total	7,62	18	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Potássio total	494	-	mg/Kg	0,5	1,6	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Silício total	19,8	-	mg/Kg	0,5	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Sódio total	700	-	mg/Kg	0,5	6,9	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Titânio total	137	-	mg/Kg	0,5	0,54	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:16
Vanádio total	9,73	-	mg/Kg	0,5	0,0071	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Zinco total	14,8	123	mg/Kg	0,5	0,087	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:17
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	157	-	mg/Kg	10	20	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:34
Nitrogênio Nitrato	46,15	-	mg/Kg	10	8,2	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	363	-	mg/Kg	5	130	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:35
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	1,13	-	%	0,01	0,22	POP 089 Ed. 15	13/02/20 - 11:38
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	17/02/20 - 17:00
pH	7,60	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	13/02/20 - 13:00
Teor de Sólidos Secos	72,82	-	%	0,1	0,073	ABNT - 2016 6457 2016	13/02/20 - 11:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/02/2020 18:21	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					12/02/2020 08:07	



90224

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	9,54	23,22	23,32	16,71	20,02	2,69	2,11	0,40
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 25C9C732B008492F8239AB5C90E4170D9315BE05

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90225/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 02/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90225/2019	Data e Hora do Recebimento	11/02/2020 08:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	05/02/2020 09:45
Identificação do Ponto	T4 - Rio do Carmo				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	26/02/20 - 09:14
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	5.504	-	mg/Kg	0,5	30	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:20
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Arsênio total	35,20	5,9	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Bário total	73,50	-	mg/Kg	0,1	0,096	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Cálcio total	475	-	mg/Kg	2	6,3	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:21
Chumbo total	5,37	35	mg/Kg	0,1	0,0054	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:22
Cobalto total	4,03	-	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:22
Cobre total	15,24	36	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:22
Cromo total	18,0	37,3	mg/Kg	0,5	0,090	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:22
Enxofre total	88,0	-	mg/Kg	0,5	0,33	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:23
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:23
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:23
Ferro total	51.540	-	mg/Kg	0,5	93	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Fósforo total	42,22	-	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Magnésio total	810	-	mg/Kg	0,5	5,3	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Manganês total	695	-	mg/Kg	0,5	0,65	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Níquel total	9,17	18	mg/Kg	0,1	0,046	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:24
Potássio total	587	-	mg/Kg	0,5	1,9	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Silício total	220	-	mg/Kg	0,5	2,7	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Sódio total	581	-	mg/Kg	0,5	5,7	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Titânio total	201	-	mg/Kg	0,5	0,80	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:25
Vanádio total	8,66	-	mg/Kg	0,5	0,0063	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:26
Zinco total	14,6	123	mg/Kg	0,5	0,086	SMEWW 3120B Ed. 22	18/02/20 - 17:26
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	71,74	-	mg/Kg	10	8,9	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:36
Nitrogênio Nitrato	41,61	-	mg/Kg	10	7,4	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	257	-	mg/Kg	5	89	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:36
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,32	-	%	0,01	0,064	POP 089 Ed. 15	13/02/20 - 11:38
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	17/02/20 - 17:00
pH	7,67	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	13/02/20 - 13:00
Teor de Sólidos Secos	80,54	-	%	0,1	0,081	ABNT - 2016 6457 2016	13/02/20 - 11:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/02/2020 18:22	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					07/02/2020 07:52	



90225

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	13,51	24,86	1,06	39,63	19,63	0,92	0,16	0,00
Classificação textural:			Franco arenoso					

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 8C6AF3A13F9B1E5735F2AEE24BE92F87E21C9E4E

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

24673/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 24/04/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	24673/2020	Data e Hora do Recebimento	03/04/2020 16:00

Dados Referentes à Coleta				
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente		Data e Hora da Coleta	05/02/2020 00:00
Identificação do Ponto	Ponto adicional 1			
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	-	Chuva nas últimas 24h NI
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.		Plano de amostragem	3994/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	17/04/20 - 08:41
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	20.550	-	mg/Kg	0,5	110	SMEWW 3120B Ed. 22	13/04/20 - 16:51
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:47
Arsênio total	46,16	5,9	mg/Kg	0,1	0,051	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:47
Bário total	168	-	mg/Kg	0,1	0,22	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:00
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:00
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:48
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:48
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:48
Cálcio total	879	-	mg/Kg	2	12	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:00
Chumbo total	12,60	35	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:49
Cobalto total	11,86	-	mg/Kg	0,1	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:00
Cobre total	19,83	36	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:00
Cromo total	57,6	37,3	mg/Kg	0,5	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:50
Enxofre total	234	-	mg/Kg	0,5	0,87	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:50
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:52
Estrôncio total	6,82	-	mg/Kg	0,5	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:00
Ferro total	82.896	-	mg/Kg	0,5	150	SMEWW 3120B Ed. 22	20/04/20 - 08:40
Fósforo total	393	-	mg/Kg	0,1	0,35	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:57
Magnésio total	1.647	-	mg/Kg	0,5	11	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:01
Manganês total	2.741	-	mg/Kg	0,5	2,6	SMEWW 3120B Ed. 22	20/04/20 - 08:28
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:54



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 11:58
Níquel total	25,80	18	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:01
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 12:07
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 12:07
Potássio total	815	-	mg/Kg	0,5	2,7	SMEWW 3120B Ed. 22	20/04/20 - 08:27
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:17
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:19
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:19
Silício total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:19
Sódio total	458	-	mg/Kg	0,5	4,5	SMEWW 3120B Ed. 22	20/04/20 - 08:27
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:19
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:20
Titânio total	535	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:20
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:20
Vanádio total	35,7	-	mg/Kg	0,5	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 13:21
Zinco total	46,8	123	mg/Kg	0,5	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	19/04/20 - 14:02
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	351	-	mg/Kg	10	44	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	14/04/20 - 18:36
Nitrogênio Nitrato	16,85	-	mg/Kg	10	3,0	DIN 14256-2 2006	03/04/20 - 17:13
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	03/04/20 - 17:13
Nitrogênio Total	426	-	mg/Kg	5	150	SMEWW 4500N Ed. 22	23/04/20 - 11:20
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	2,10	-	%	0,01	0,42	POP 089 Ed. 15	07/04/20 - 09:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	06/04/20 - 08:20
pH	7,02	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	07/04/20 - 09:45
Teor de Sólidos Secos	99,12	-	%	0,1	0,099	ABNT - 2016 6457 2016	07/04/20 - 09:00
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					07/04/2020 11:35	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA SW-846 - 3550 C					04/04/2020 16:00	
Preparo de Amostra - VOC Solo	EPA 5021A					06/04/2020 15:19	



24673

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0.002	0.053	0.125	0.250	0.500	1.000	2.000
Retido:	11.64	50.12	27.69	6.86	1.62	0.81	0.53	0.73
Classificação textural:				Franco Silteoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total, Cromo total, Níquel total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 5AC9EAE093EB62FE3285BC3D0F8C378A51D7151E

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90226/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 02/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90226/2019	Data e Hora do Recebimento	11/02/2020 08:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	05/02/2020 15:00
Identificação do Ponto	R1 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	26/02/20 - 09:14
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	13.930	-	mg/Kg	0,5	77	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:52
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Arsênio total	7,30	5,9	mg/Kg	0,1	0,0080	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:52
Bário total	120	-	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:52
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Cálcio total	1.155	-	mg/Kg	2	15	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Chumbo total	17,01	35	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Cobalto total	12,16	-	mg/Kg	0,1	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Cobre total	15,94	36	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Cromo total	57,4	37,3	mg/Kg	0,5	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Enxofre total	137	-	mg/Kg	0,5	0,51	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:49
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:49
Estrôncio total	9,26	-	mg/Kg	0,5	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Ferro total	293.200	-	mg/Kg	0,5	530	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Fósforo total	330	-	mg/Kg	0,1	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Magnésio total	1.682	-	mg/Kg	0,5	11	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Manganês total	984	-	mg/Kg	0,5	0,92	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48
Níquel total	17,49	18	mg/Kg	0,1	0,087	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48
Potássio total	1.043	-	mg/Kg	0,5	3,4	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:51
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:48
Silício total	123	-	mg/Kg	0,5	1,5	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:50
Sódio total	326	-	mg/Kg	0,5	3,2	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:53
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:47
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:47
Titânio total	555	-	mg/Kg	0,5	2,2	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:50
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:47
Vanádio total	51,4	-	mg/Kg	0,5	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:50
Zinco total	39,1	123	mg/Kg	0,5	0,23	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:50
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	685	-	mg/Kg	10	85	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:37
Nitrogênio Nitrato	43,04	-	mg/Kg	10	7,7	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	877	-	mg/Kg	5	310	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:38
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	5,65	-	%	0,01	1,1	POP 089 Ed. 15	13/02/20 - 11:38
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	17/02/20 - 17:00
pH	7,08	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	13/02/20 - 13:00
Teor de Sólidos Secos	45,61	-	%	0,1	0,046	ABNT - 2016 6457 2016	13/02/20 - 11:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:17	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					07/02/2020 07:52	



90226

Classes (%):	Argila	Silt	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,062	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,64	1,36	1,84	28,03	28,32	15,63	16,19	0,00
Classificação textural:				Areia				

Parecer Técnico / Informações Complementares

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

CQ - Motivo da revisão 01: Alteração na descrição da amostra solicitada pelo cliente.

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total, Cromo total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.



Emissão: 02/03/2020

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.

Código para verificação de autenticidade deste documento: 236B7377A49099FC0852A7DB784EAB27B2F6DD63

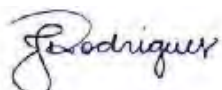
Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar



Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90229/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 02/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90229/2019	Data e Hora do Recebimento	11/02/2020 08:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	06/02/2020 14:00
Identificação do Ponto	R2 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Fracas	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	26/02/20 - 10:47
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	2.403	-	mg/Kg	0,5	13	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Bário total	25,01	-	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Cálcio total	786	-	mg/Kg	2	10	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Chumbo total	2,46	35	mg/Kg	0,1	0,0025	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52
Cobalto total	2,93	-	mg/Kg	0,1	0,0085	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Cobre total	6,64	36	mg/Kg	0,1	0,0057	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Cromo total	8,99	37,3	mg/Kg	0,5	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Enxofre total	138	-	mg/Kg	0,5	0,51	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52
Ferro total	39.630	-	mg/Kg	0,5	71	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 08:32
Fósforo total	73,73	-	mg/Kg	0,1	0,066	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Magnésio total	669	-	mg/Kg	0,5	4,4	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:57
Manganês total	132	-	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:56
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52
Níquel total	4,17	18	mg/Kg	0,1	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:56
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:52
Potássio total	382	-	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:56
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Silício total	166	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Sódio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Titânio total	213	-	mg/Kg	0,5	0,84	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:56
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:53
Vanádio total	7,82	-	mg/Kg	0,5	0,0057	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:56
Zinco total	10,2	123	mg/Kg	0,5	0,059	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:56
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	82,97	-	mg/Kg	10	10	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:42
Nitrogênio Nitrato	44,41	-	mg/Kg	10	7,9	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	281	-	mg/Kg	5	98	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:43
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,22	-	%	0,01	0,043	POP 089 Ed. 15	13/02/20 - 11:38
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	17/02/20 - 17:00
pH	7,50	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	13/02/20 - 13:00
Teor de Sólidos Secos	74,78	-	%	0,1	0,075	ABNT - 2016 6457 2016	13/02/20 - 11:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/02/2020 18:23	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					12/02/2020 07:52	

**90229**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	11,74	27,17	13,79	24,74	16,88	4,00	1,69	0,00
Classificação textural:			Franco arenoso					

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 2C05E2AA1F0EF64C5048DFB9AA1D6F0BAA8A42B0

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90228/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 02/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90228/2019	Data e Hora do Recebimento	11/02/2020 08:00

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	06/02/2020 11:20
Identificação do Ponto	UHE CANDONGA - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Fracas	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	26/02/20 - 10:47
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	533	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:23
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:23
Bário total	13,81	-	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:51
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:23
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:24
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:24
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:24
Cálcio total	396	-	mg/Kg	2	5,2	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Chumbo total	<LQ	35	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:24
Cobalto total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:24
Cobre total	1,37	36	mg/Kg	0,1	0,0012	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Cromo total	4,60	37,3	mg/Kg	0,5	0,023	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Enxofre total	55,3	-	mg/Kg	0,5	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48
Ferro total	10.660	-	mg/Kg	0,5	19	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Fósforo total	18,38	-	mg/Kg	0,1	0,016	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Magnésio total	258	-	mg/Kg	0,5	1,7	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Manganês total	89,3	-	mg/Kg	0,5	0,084	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48
Níquel total	1,63	18	mg/Kg	0,1	0,0082	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Potássio total	148	-	mg/Kg	0,5	0,49	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:48
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Silício total	112	-	mg/Kg	0,5	1,4	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:50
Sódio total	631	-	mg/Kg	0,5	6,2	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Titânio total	48,2	-	mg/Kg	0,5	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Vanádio total	2,91	-	mg/Kg	0,5	0,0021	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Zinco total	3,43	123	mg/Kg	0,5	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	19/02/20 - 08:49
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	65,02	-	mg/Kg	10	8,1	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:41
Nitrogênio Nitrato	26,13	-	mg/Kg	10	4,7	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	11/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	181	-	mg/Kg	5	63	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:41
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,22	-	%	0,01	0,043	POP 089 Ed. 15	13/02/20 - 11:38
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	17/02/20 - 17:00
pH	7,05	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	13/02/20 - 13:00
Teor de Sólidos Secos	75,56	-	%	0,1	0,076	ABNT - 2016 6457 2016	13/02/20 - 11:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/02/2020 18:23	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					12/02/2020 07:52	



90228

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	12,44	26,46	5,60	32,41	22,64	0,26	0,09	0,11
Classificação textural:			Franco arenoso					

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: F3D4AD2D1AFC063067DF7717AD5FB8C523C6DDA0

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90230/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90230/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	07/02/2020 09:10
Identificação do Ponto	R3 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 07:52
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	3.638	-	mg/Kg	0,5	20	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:46
Arsênio total	7,41	5,9	mg/Kg	0,1	0,0082	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:59
Bário total	74,89	-	mg/Kg	0,1	0,097	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:59
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:47
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:47
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:47
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:48
Cálcio total	725	-	mg/Kg	2	9,6	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Chumbo total	5,73	35	mg/Kg	0,1	0,0057	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Cobalto total	6,26	-	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Cobre total	5,95	36	mg/Kg	0,1	0,0051	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Cromo total	20,5	37,3	mg/Kg	0,5	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Enxofre total	71,0	-	mg/Kg	0,5	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:48
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:56
Ferro total	17.490	-	mg/Kg	0,5	31	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Fósforo total	112	-	mg/Kg	0,1	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Magnésio total	599	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Manganês total	527	-	mg/Kg	0,5	0,49	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:48



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:48
Níquel total	10,64	18	mg/Kg	0,1	0,053	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:58
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:48
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Potássio total	412	-	mg/Kg	0,5	1,4	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	20/02/20 - 14:49
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:56
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:56
Silício total	204	-	mg/Kg	0,5	2,5	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Sódio total	418	-	mg/Kg	0,5	4,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Titânio total	182	-	mg/Kg	0,5	0,72	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Vanádio total	16,3	-	mg/Kg	0,5	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Zinco total	12,5	123	mg/Kg	0,5	0,073	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:57
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	150	-	mg/Kg	10	19	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:44
Nitrogênio Nitrato	38,49	-	mg/Kg	10	6,9	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	322	-	mg/Kg	5	110	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:44
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,48	-	%	0,01	0,095	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	7,69	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	79,18	-	%	0,1	0,079	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:18	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 12:06	



90230

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	6,12	3,12	2,54	5,69	37,54	21,39	12,30	11,29
Classificação textural:				Areia				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 4C14850AC9AABE1545451F2EDB5FD54296511BF2

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90231/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90231/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	07/02/2020 13:00
Identificação do Ponto	R4 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 07:52
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	8.143	-	mg/Kg	0,5	45	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 13:59
Arsênio total	10,55	5,9	mg/Kg	0,1	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Bário total	59,43	-	mg/Kg	0,1	0,077	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:35
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:43
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:36
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:36
Cálcio total	753	-	mg/Kg	2	9,9	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Chumbo total	8,31	35	mg/Kg	0,1	0,0083	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Cobalto total	5,29	-	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Cobre total	7,65	36	mg/Kg	0,1	0,0066	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Cromo total	28,2	37,3	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Enxofre total	67,5	-	mg/Kg	0,5	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:44
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:36
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:36
Ferro total	61.020	-	mg/Kg	0,5	110	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Fósforo total	165	-	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:40
Magnésio total	870	-	mg/Kg	0,5	5,7	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:40
Manganês total	466	-	mg/Kg	0,5	0,44	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:40
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:38



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:38
Níquel total	9,80	18	mg/Kg	0,1	0,049	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:38
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:38
Potássio total	622	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:38
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:38
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Silício total	338	-	mg/Kg	0,5	4,2	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Sódio total	404	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Titânio total	266	-	mg/Kg	0,5	1,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Vanádio total	21,0	-	mg/Kg	0,5	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Zinco total	20,2	123	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:39
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	326	-	mg/Kg	10	40	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:46
Nitrogênio Nitrato	48,30	-	mg/Kg	10	8,6	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	541	-	mg/Kg	5	190	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:48
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,69	-	%	0,01	0,14	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	6,93	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	76,07	-	%	0,1	0,076	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:19	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 12:06	



90231

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	15,94	22,11	11,01	23,32	9,98	6,62	10,02	0,00
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 4EBD97586EB16AE79DD42668B944BF4994ADFBA0

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90234/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90234/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	10/02/2020 10:20
Identificação do Ponto	R5 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 07:53
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	4.553	-	mg/Kg	0,5	25	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:06
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 14:59
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:00
Bário total	37,43	-	mg/Kg	0,1	0,049	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:06
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:00
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:00
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:00
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:00
Cálcio total	733	-	mg/Kg	2	9,7	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:06
Chumbo total	5,49	35	mg/Kg	0,1	0,0055	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:06
Cobalto total	4,92	-	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:06
Cobre total	5,16	36	mg/Kg	0,1	0,0044	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:06
Cromo total	22,7	37,3	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:05
Enxofre total	82,9	-	mg/Kg	0,5	0,31	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:05
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:01
Estrôncio total	5,49	-	mg/Kg	0,5	0,0088	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:05
Ferro total	24.040	-	mg/Kg	0,5	43	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:05
Fósforo total	113	-	mg/Kg	0,1	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:05
Magnésio total	718	-	mg/Kg	0,5	4,7	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Manganês total	226	-	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:01



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:01
Níquel total	11,13	18	mg/Kg	0,1	0,056	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Potássio total	367	-	mg/Kg	0,5	1,2	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Silício total	246	-	mg/Kg	0,5	3,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Sódio total	421	-	mg/Kg	0,5	4,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Titânio total	195	-	mg/Kg	0,5	0,77	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:03
Vanádio total	11,6	-	mg/Kg	0,5	0,0085	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Zinco total	23,0	123	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:04
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	103	-	mg/Kg	10	13	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:52
Nitrogênio Nitrato	38,58	-	mg/Kg	10	6,9	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	275	-	mg/Kg	5	96	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:53
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,71	-	%	0,01	0,14	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	7,01	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	78,74	-	%	0,1	0,079	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:21	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 09:18	

**90234**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,76	20,18	1,12	12,08	27,24	16,99	10,08	3,55
Classificação textural:			Franco arenoso					

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 453BF2BFCB152EF0EC1DC6A3EFA2516E41258A95

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90235/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90235/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	10/02/2020 12:00
Identificação do Ponto	R6 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 07:54
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	3.234	-	mg/Kg	0,5	18	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:07
Arsênio total	19,91	5,9	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Bário total	29,49	-	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:07
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:07
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:07
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:07
Cálcio total	613	-	mg/Kg	2	8,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Chumbo total	5,37	35	mg/Kg	0,1	0,0054	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Cobalto total	3,65	-	mg/Kg	0,1	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Cobre total	5,02	36	mg/Kg	0,1	0,0043	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Cromo total	20,9	37,3	mg/Kg	0,5	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Enxofre total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:08
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:08
Ferro total	72.930	-	mg/Kg	0,5	130	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Fósforo total	115	-	mg/Kg	0,1	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Magnésio total	470	-	mg/Kg	0,5	3,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:08
Manganês total	181	-	mg/Kg	0,5	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:08



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:08
Níquel total	8,91	18	mg/Kg	0,1	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:08
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Potássio total	403	-	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Silício total	285	-	mg/Kg	0,5	3,5	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:10
Sódio total	355	-	mg/Kg	0,5	3,5	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Titânio total	177	-	mg/Kg	0,5	0,70	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Vanádio total	10,5	-	mg/Kg	0,5	0,0076	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Zinco total	21,0	123	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:09
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	53,82	-	mg/Kg	10	6,7	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:53
Nitrogênio Nitrato	31,89	-	mg/Kg	10	5,7	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	196	-	mg/Kg	5	68	SMEWW 4500N Ed. 22	25/02/20 - 08:03
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,42	-	%	0,01	0,083	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	6,92	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	79,64	-	%	0,1	0,080	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:22	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 09:18	



90235

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	12,38	41,10	7,73	13,77	24,77	0,26	0,00	0,00
Classificação textural:				Franca				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 027E89366C76E0082F0B832CF33C9B540B0973E1

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90236/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90236/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	11/02/2020 09:30
Identificação do Ponto	T8 - Rio Santo Antônio				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 07:54
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	1.556	-	mg/Kg	0,5	8,6	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:11
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:11
Bário total	21,01	-	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Cálcio total	550	-	mg/Kg	2	7,3	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Chumbo total	26,12	35	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Cobalto total	1,93	-	mg/Kg	0,1	0,0056	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Cobre total	<LQ	36	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Cromo total	<LQ	37,3	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Enxofre total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:12
Ferro total	4.817	-	mg/Kg	0,5	8,7	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Fósforo total	29,50	-	mg/Kg	0,1	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Magnésio total	308	-	mg/Kg	0,5	2,0	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Manganês total	89,0	-	mg/Kg	0,5	0,084	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:15
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Níquel total	1,43	18	mg/Kg	0,1	0,0071	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Potássio total	305	-	mg/Kg	0,5	1,0	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Silício total	123	-	mg/Kg	0,5	1,5	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Sódio total	421	-	mg/Kg	0,5	4,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:13
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Titânio total	105	-	mg/Kg	0,5	0,41	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Vanádio total	7,99	-	mg/Kg	0,5	0,0058	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Zinco total	7,17	123	mg/Kg	0,5	0,042	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:14
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	51,01	-	mg/Kg	10	6,3	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:54
Nitrogênio Nitrato	23,88	-	mg/Kg	10	4,3	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	157	-	mg/Kg	5	55	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:55
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,21	-	%	0,01	0,043	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	6,96	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	80,84	-	%	0,1	0,081	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:23	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 09:18	



90236

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,062	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,46	19,46	0,13	2,78	20,93	27,40	16,91	1,93
Classificação textural:			Franco arenoso					

Observações

Geral Amostra - Amostra vencida para os parâmetros a serem analisados em até 48 horas após a coleta.

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: E319FB23BC0B57BB9A728CAACA8732ACE3A2BB45

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90237/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90237/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	11/02/2020 11:00
Identificação do Ponto	R7 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 07:54
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	15.080	-	mg/Kg	0,5	83	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:21
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:16
Arsênio total	20,27	5,9	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:21
Bário total	97,07	-	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:21
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:17
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:17
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:17
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:17
Cálcio total	1.558	-	mg/Kg	2	21	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Chumbo total	19,38	35	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Cobalto total	8,68	-	mg/Kg	0,1	0,025	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Cobre total	12,06	36	mg/Kg	0,1	0,010	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Cromo total	51,5	37,3	mg/Kg	0,5	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Enxofre total	132	-	mg/Kg	0,5	0,49	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18
Estrôncio total	8,23	-	mg/Kg	0,5	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Ferro total	46.120	-	mg/Kg	0,5	83	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Fósforo total	290	-	mg/Kg	0,1	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Magnésio total	1.654	-	mg/Kg	0,5	11	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Manganês total	790	-	mg/Kg	0,5	0,74	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:20
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18
Níquel total	16,96	18	mg/Kg	0,1	0,085	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18
Potássio total	1.084	-	mg/Kg	0,5	3,6	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:18
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Silício total	293	-	mg/Kg	0,5	3,6	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Sódio total	481	-	mg/Kg	0,5	4,7	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Titânio total	453	-	mg/Kg	0,5	1,8	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Vanádio total	32,6	-	mg/Kg	0,5	0,024	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Zinco total	49,4	123	mg/Kg	0,5	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:19
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	459	-	mg/Kg	10	57	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:56
Nitrogênio Nitrato	37,25	-	mg/Kg	10	6,6	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	625	-	mg/Kg	5	220	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:56
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	1,85	-	%	0,01	0,37	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	7,18	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	67,61	-	%	0,1	0,068	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:24	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 09:18	



90237

Classes (%):	Argila	Silt	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,45	20,35	2,05	16,30	16,73	12,88	21,13	0,11
Classificação textural:			Franco arenoso					

Observações

Geral Amostra - Amostra vencida para os parâmetros a serem analisados em até 48 horas após a coleta.

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total, Cromo total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: B2DF18FEA23DF448BE282CED7C2602C60E14731

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90239/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90239/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	12/02/2020 11:15
Identificação do Ponto	T9 - Rio Corrente Grande				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 08:02
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	27.400	-	mg/Kg	0,5	150	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:46
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:41
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:41
Bário total	105	-	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Cálcio total	1.129	-	mg/Kg	2	15	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Chumbo total	32,29	35	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Cobalto total	4,93	-	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Cobre total	8,21	36	mg/Kg	0,1	0,0071	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Cromo total	27,5	37,3	mg/Kg	0,5	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Enxofre total	111	-	mg/Kg	0,5	0,41	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Estanho total	5,01	-	mg/Kg	0,5	0,0028	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Estrôncio total	7,47	-	mg/Kg	0,5	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Ferro total	23.480	-	mg/Kg	0,5	42	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Fósforo total	478	-	mg/Kg	0,1	0,43	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:45
Magnésio total	521	-	mg/Kg	0,5	3,4	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Manganês total	114	-	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Níquel total	7,88	18	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:42
Potássio total	636	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:43
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:43
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:43
Silício total	284	-	mg/Kg	0,5	3,5	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Sódio total	405	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:43
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:43
Titânio total	507	-	mg/Kg	0,5	2,0	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Vanádio total	35,5	-	mg/Kg	0,5	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Zinco total	47,6	123	mg/Kg	0,5	0,28	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:44
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	462	-	mg/Kg	10	57	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 16:00
Nitrogênio Nitrato	46,87	-	mg/Kg	10	8,3	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	671	-	mg/Kg	5	230	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 16:00
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,69	-	%	0,01	0,73	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	6,63	-	UpH	0,01	0,13	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	64,56	-	%	0,1	0,065	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:25	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 09:16	

**90239**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,062	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,33	26,80	6,42	1,12	20,34	20,17	15,36	1,47
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 246152F1625B10E75D64BFF15920D0FD24E1339C

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90238/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 04/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90238/2019	Data e Hora do Recebimento	13/02/2020 17:02

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	12/02/2020 09:40
Identificação do Ponto	UHE BAGUARI - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Fracas	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	28/02/20 - 08:02
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	20.730	-	mg/Kg	0,5	110	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:23
Arsênio total	17,09	5,9	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Bário total	143	-	mg/Kg	0,1	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:23
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:23
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:23
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:23
Cálcio total	1.331	-	mg/Kg	2	18	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Chumbo total	27,24	35	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Cobalto total	13,25	-	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Cobre total	19,77	36	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Cromo total	76,7	37,3	mg/Kg	0,5	0,38	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Enxofre total	162	-	mg/Kg	0,5	0,60	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:32
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24
Estrôncio total	9,50	-	mg/Kg	0,5	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:27
Ferro total	110.800	-	mg/Kg	0,5	200	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Fósforo total	542	-	mg/Kg	0,1	0,48	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:27
Magnésio total	1.250	-	mg/Kg	0,5	8,3	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Manganês total	2.309	-	mg/Kg	0,5	2,2	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24
Níquel total	21,88	18	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24
Potássio total	884	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:24
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:25
Silício total	166	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Sódio total	379	-	mg/Kg	0,5	3,7	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:25
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:25
Titânio total	471	-	mg/Kg	0,5	1,9	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:25
Vanádio total	59,3	-	mg/Kg	0,5	0,043	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Zinco total	54,3	123	mg/Kg	0,5	0,32	SMEWW 3120B Ed. 22	21/02/20 - 15:26
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	958	-	mg/Kg	10	120	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	26/02/20 - 15:57
Nitrogênio Nitrato	52,96	-	mg/Kg	10	9,4	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	14/02/20 - 14:00
Nitrogênio Total	1.194	-	mg/Kg	5	420	SMEWW 4500N Ed. 22	26/02/20 - 15:58
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	5,59	-	%	0,01	1,1	POP 089 Ed. 15	17/02/20 - 10:58
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	18/02/20 - 17:00
pH	7,32	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	14/02/20 - 12:30
Teor de Sólidos Secos	38,28	-	%	0,1	0,038	ABNT - 2016 6457 2016	17/02/20 - 10:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/02/2020 18:24	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					14/02/2020 09:16	



90238

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	11,36	18,51	10,19	9,84	11,04	19,15	19,28	0,23
Classificação textural:			Franco arenoso					

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total, Cromo total, Níquel total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: DD77E2CE5D804BB1DDC760C06814095D231C9DA3

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90240/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90240/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	13/02/2020 12:05
Identificação do Ponto	R8 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:17
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	14.520	-	mg/Kg	0,5	80	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:11
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 11:58
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 11:59
Bário total	75,19	-	mg/Kg	0,1	0,098	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:11
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 11:59
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 11:59
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:02
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:02
Cálcio total	1.215	-	mg/Kg	2	16	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Chumbo total	20,00	35	mg/Kg	0,1	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Cobalto total	8,52	-	mg/Kg	0,1	0,025	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Cobre total	13,24	36	mg/Kg	0,1	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Cromo total	41,5	37,3	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Enxofre total	109	-	mg/Kg	0,5	0,40	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:02
Estrôncio total	12,0	-	mg/Kg	0,5	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Ferro total	25.100	-	mg/Kg	0,5	45	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:10
Fósforo total	415	-	mg/Kg	0,1	0,37	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Magnésio total	517	-	mg/Kg	0,5	3,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Manganês total	936	-	mg/Kg	0,5	0,88	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:03



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:03
Níquel total	14,50	18	mg/Kg	0,1	0,073	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:03
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:04
Potássio total	426	-	mg/Kg	0,5	1,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:04
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:04
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:04
Silício total	272	-	mg/Kg	0,5	3,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Sódio total	1.063	-	mg/Kg	0,5	10	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:07
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:07
Titânio total	431	-	mg/Kg	0,5	1,7	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:09
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:07
Vanádio total	47,4	-	mg/Kg	0,5	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:08
Zinco total	46,1	123	mg/Kg	0,5	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:08
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	402	-	mg/Kg	10	50	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:34
Nitrogênio Nitrato	32,06	-	mg/Kg	10	5,7	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	544	-	mg/Kg	5	190	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:35
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,62	-	%	0,01	0,72	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:11
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	6,82	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	46,30	-	%	0,1	0,046	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:15
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					21/02/2020 12:50	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 09:36	



90240

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,74	9,13	6,41	4,99	27,36	21,11	16,34	3,91
Classificação textural:			Franco arenoso					

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Cromo total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 7770483226E50D77945B25AF6C0F1C32727C4153

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90241/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90241/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	13/02/2020 10:30
Identificação do Ponto	R9 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:17
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	9.518	-	mg/Kg	0,5	52	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:11
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:11
Bário total	93,00	-	mg/Kg	0,1	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:12
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:12
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:12
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:12
Cálcio total	1.289	-	mg/Kg	2	17	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Chumbo total	15,67	35	mg/Kg	0,1	0,016	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cobalto total	10,17	-	mg/Kg	0,1	0,029	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cobre total	10,52	36	mg/Kg	0,1	0,0090	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cromo total	33,4	37,3	mg/Kg	0,5	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Enxofre total	94,4	-	mg/Kg	0,5	0,35	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:12
Estrôncio total	12,6	-	mg/Kg	0,5	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Ferro total	17.930	-	mg/Kg	0,5	32	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Fósforo total	356	-	mg/Kg	0,1	0,32	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Magnésio total	998	-	mg/Kg	0,5	6,6	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Manganês total	611	-	mg/Kg	0,5	0,57	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:13



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:13
Níquel total	15,76	18	mg/Kg	0,1	0,079	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:13
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:13
Potássio total	785	-	mg/Kg	0,5	2,6	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:15
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:13
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:13
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Silício total	230	-	mg/Kg	0,5	2,8	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:15
Sódio total	1.403	-	mg/Kg	0,5	14	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:15
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Titânio total	543	-	mg/Kg	0,5	2,1	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Vanádio total	37,5	-	mg/Kg	0,5	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Zinco total	45,6	123	mg/Kg	0,5	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:14
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	238	-	mg/Kg	10	30	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:36
Nitrogênio Nitrato	26,42	-	mg/Kg	10	4,7	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	256	-	mg/Kg	5	89	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:37
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	1,42	-	%	0,01	0,28	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:17
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	7,05	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	68,04	-	%	0,1	0,068	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:19
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					21/02/2020 12:50	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 09:36	

**90241**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,19	20,24	18,55	21,65	14,62	4,45	5,97	4,33
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 4322D34F1EFF5762CF791C582DF5E2405B75BB5A

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90243/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90243/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	14/02/2020 09:30
Identificação do Ponto	R10 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:18
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	13.810	-	mg/Kg	0,5	76	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:39
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:36
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:38
Bário total	118	-	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:39
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:38
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:38
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:38
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:38
Cálcio total	1.788	-	mg/Kg	2	24	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:39
Chumbo total	22,71	35	mg/Kg	0,1	0,023	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Cobalto total	13,48	-	mg/Kg	0,1	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Cobre total	17,47	36	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Cromo total	49,0	37,3	mg/Kg	0,5	0,24	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Enxofre total	145	-	mg/Kg	0,5	0,54	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Estrôncio total	16,5	-	mg/Kg	0,5	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Ferro total	25.160	-	mg/Kg	0,5	45	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Fósforo total	521	-	mg/Kg	0,1	0,46	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Magnésio total	924	-	mg/Kg	0,5	6,1	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:40
Manganês total	1.354	-	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Níquel total	18,27	18	mg/Kg	0,1	0,091	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Potássio total	865	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Silício total	229	-	mg/Kg	0,5	2,8	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Sódio total	1.105	-	mg/Kg	0,5	11	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Titânio total	609	-	mg/Kg	0,5	2,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:37
Vanádio total	62,8	-	mg/Kg	0,5	0,046	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Zinco total	57,5	123	mg/Kg	0,5	0,34	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:41
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	522	-	mg/Kg	10	65	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:39
Nitrogênio Nitrato	17,55	-	mg/Kg	10	3,1	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	600	-	mg/Kg	5	210	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:40
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	4,45	-	%	0,01	0,89	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:25
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	6,82	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	58,76	-	%	0,1	0,059	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:27
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					26/02/2020 15:11	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 07:39	



90243

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,062	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,59	11,56	11,12	6,93	17,27	29,04	15,50	0,00
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Cromo total, Níquel total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 7D7ABC707DEB7655CE52F00C378FBC0A9D0FA19E

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90244/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90244/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	14/02/2020 10:30
Identificação do Ponto	T11 Rio Caratinga				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:18
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	16.120	-	mg/Kg	0,5	89	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:43
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Bário total	163	-	mg/Kg	0,1	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Cálcio total	956	-	mg/Kg	2	13	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Chumbo total	14,43	35	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Cobalto total	11,29	-	mg/Kg	0,1	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Cobre total	10,29	36	mg/Kg	0,1	0,0088	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Cromo total	30,3	37,3	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Enxofre total	72,8	-	mg/Kg	0,5	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Estrôncio total	11,7	-	mg/Kg	0,5	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:47
Ferro total	10.920	-	mg/Kg	0,5	20	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Fósforo total	270	-	mg/Kg	0,1	0,24	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Magnésio total	1.549	-	mg/Kg	0,5	10	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Manganês total	553	-	mg/Kg	0,5	0,52	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Níquel total	13,41	18	mg/Kg	0,1	0,067	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Potássio total	2.098	-	mg/Kg	0,5	6,9	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:46
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Silício total	103	-	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:44
Sódio total	553	-	mg/Kg	0,5	5,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Titânio total	805	-	mg/Kg	0,5	3,2	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Vanádio total	50,9	-	mg/Kg	0,5	0,037	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Zinco total	38,7	123	mg/Kg	0,5	0,23	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:45
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	621	-	mg/Kg	10	77	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:42
Nitrogênio Nitrato	24,05	-	mg/Kg	10	4,3	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	728	-	mg/Kg	5	250	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:42
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,44	-	%	0,01	0,68	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:30
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	6,92	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	60,06	-	%	0,1	0,060	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:31
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					26/02/2020 15:13	
Preparo de Amostra - SVOC	EPA EPA SW-846 - 3510 C					20/02/2020 07:39	

**90244**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	9,01	10,88	16,88	15,25	10,00	13,97	17,16	6,75
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: A1A15F641774F35E9EA927469363519EBDEC87FC

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90245/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90245/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	14/02/2020 12:30
Identificação do Ponto	R11 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:18
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	4.048	-	mg/Kg	0,5	22	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:57
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:48
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:48
Bário total	47,20	-	mg/Kg	0,1	0,061	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:48
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:48
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:48
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:48
Cálcio total	1.126	-	mg/Kg	2	15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Chumbo total	5,36	35	mg/Kg	0,1	0,0054	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Cobalto total	5,19	-	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Cobre total	4,88	36	mg/Kg	0,1	0,0042	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Cromo total	18,2	37,3	mg/Kg	0,5	0,091	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Enxofre total	82,2	-	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Estrôncio total	11,8	-	mg/Kg	0,5	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Ferro total	9.100	-	mg/Kg	0,5	16	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Fósforo total	276	-	mg/Kg	0,1	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:51
Magnésio total	518	-	mg/Kg	0,5	3,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Manganês total	295	-	mg/Kg	0,5	0,28	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Níquel total	7,25	18	mg/Kg	0,1	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Potássio total	19,9	-	mg/Kg	0,5	0,066	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Silício total	233	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Sódio total	1.181	-	mg/Kg	0,5	12	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:49
Titânio total	260	-	mg/Kg	0,5	1,0	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Vanádio total	19,9	-	mg/Kg	0,5	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Zinco total	21,2	123	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 13:50
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	140	-	mg/Kg	10	17	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:43
Nitrogênio Nitrato	20,84	-	mg/Kg	10	3,7	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	232	-	mg/Kg	5	81	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:44
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,51	-	%	0,01	0,10	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:34
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	7,39	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	65,80	-	%	0,1	0,066	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:35
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					21/02/2020 09:58	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 07:39	



90245

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,31	33,18	8,96	6,37	27,60	9,99	4,07	0,00
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: F02767AD17B346E5D6A218AC756009F440466D96

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90246/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90246/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	17/02/2020 10:30
Identificação do Ponto	R12 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:20
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	7.297	-	mg/Kg	0,5	40	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:07
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:07
Bário total	77,96	-	mg/Kg	0,1	0,10	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Cálcio total	1.318	-	mg/Kg	2	17	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Chumbo total	10,40	35	mg/Kg	0,1	0,010	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Cobalto total	7,28	-	mg/Kg	0,1	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Cobre total	7,33	36	mg/Kg	0,1	0,0063	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Cromo total	22,6	37,3	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Enxofre total	98,7	-	mg/Kg	0,5	0,37	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Estrôncio total	13,0	-	mg/Kg	0,5	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Ferro total	13.230	-	mg/Kg	0,5	24	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Fósforo total	328	-	mg/Kg	0,1	0,29	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Magnésio total	966	-	mg/Kg	0,5	6,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Manganês total	471	-	mg/Kg	0,5	0,44	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Níquel total	9,37	18	mg/Kg	0,1	0,047	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Potássio total	1.201	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:10
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:08
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Silício total	254	-	mg/Kg	0,5	3,1	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Sódio total	1.585	-	mg/Kg	0,5	16	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Titânio total	494	-	mg/Kg	0,5	2,0	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Vanádio total	30,7	-	mg/Kg	0,5	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Zinco total	31,8	123	mg/Kg	0,5	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:09
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	168	-	mg/Kg	10	21	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:44
Nitrogênio Nitrato	15,37	-	mg/Kg	10	2,7	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	237	-	mg/Kg	5	82	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:45
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	1,81	-	%	0,01	0,36	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:37
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	6,82	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	72,38	-	%	0,1	0,072	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:39
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					26/02/2020 15:14	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 09:36	

**90246**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,062	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,92	36,85	9,75	16,73	10,35	4,54	7,14	3,71
Classificação textural:				Franca				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 78F2DA8DC20D3895196B4A3EBAA4B6B477F040A1

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90248/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90248/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	18/02/2020 10:30
Identificação do Ponto	UHE Aimorés				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:21
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	13.170	-	mg/Kg	0,5	72	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Bário total	102	-	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Cálcio total	1.121	-	mg/Kg	2	15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Chumbo total	16,68	35	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Cobalto total	7,96	-	mg/Kg	0,1	0,023	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Cobre total	10,75	36	mg/Kg	0,1	0,0092	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Cromo total	30,3	37,3	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Enxofre total	126	-	mg/Kg	0,5	0,47	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:19
Estrôncio total	13,0	-	mg/Kg	0,5	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:23
Ferro total	17.700	-	mg/Kg	0,5	32	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Fósforo total	396	-	mg/Kg	0,1	0,35	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Magnésio total	938	-	mg/Kg	0,5	6,2	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Manganês total	588	-	mg/Kg	0,5	0,55	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Níquel total	10,82	18	mg/Kg	0,1	0,054	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Potássio total	839	-	mg/Kg	0,5	2,8	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Silício total	319	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Sódio total	1.485	-	mg/Kg	0,5	15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:22
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Titânio total	584	-	mg/Kg	0,5	2,3	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Vanádio total	53,3	-	mg/Kg	0,5	0,039	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Zinco total	37,2	123	mg/Kg	0,5	0,22	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:20
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	251	-	mg/Kg	10	31	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:48
Nitrogênio Nitrato	28,47	-	mg/Kg	10	5,1	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	377	-	mg/Kg	5	130	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:49
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,53	-	%	0,01	0,70	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:45
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	7,27	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	36,10	-	%	0,1	0,036	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:47
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					26/02/2020 15:16	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 09:36	

**90248**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,90	9,23	5,03	6,66	22,41	26,36	19,42	0,00
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 4F7227BAEA294BFEEFC92204439EF5B76CC3AADA6

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90247/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90247/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	17/02/2020 11:30
Identificação do Ponto	T12 Rio Manhuaçu				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:20
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	1.370	-	mg/Kg	0,5	7,5	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:11
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:11
Bário total	16,55	-	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:11
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:11
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:11
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:11
Cálcio total	704	-	mg/Kg	2	9,3	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Chumbo total	2,90	35	mg/Kg	0,1	0,0029	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Cobalto total	1,49	-	mg/Kg	0,1	0,0043	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Cobre total	1,37	36	mg/Kg	0,1	0,0012	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Cromo total	4,11	37,3	mg/Kg	0,5	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Enxofre total	71,1	-	mg/Kg	0,5	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:14
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Estrôncio total	6,86	-	mg/Kg	0,5	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Ferro total	1.612	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Fósforo total	204	-	mg/Kg	0,1	0,18	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Magnésio total	215	-	mg/Kg	0,5	1,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Manganês total	36,3	-	mg/Kg	0,5	0,034	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Níquel total	<LQ	18	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Potássio total	205	-	mg/Kg	0,5	0,68	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Silício total	215	-	mg/Kg	0,5	2,7	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Sódio total	1.223	-	mg/Kg	0,5	12	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:12
Titânio total	96,9	-	mg/Kg	0,5	0,38	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Vanádio total	6,05	-	mg/Kg	0,5	0,0044	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Zinco total	8,59	123	mg/Kg	0,5	0,050	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 17:13
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	67,06	-	mg/Kg	10	8,3	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:45
Nitrogênio Nitrato	13,84	-	mg/Kg	10	2,5	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	129	-	mg/Kg	5	45	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:46
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,22	-	%	0,01	0,043	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:41
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	6,97	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	78,28	-	%	0,1	0,078	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:43
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					26/02/2020 15:15	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 09:36	



90247

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,89	39,93	8,00	12,31	27,70	0,51	0,33	0,33
Classificação textural:				Franca				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: D846291A5BD5D15A091A1BBBD802BEFE5D82F74A

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaioѕ.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

90249/2019- Rev. 0 - A

Emissão: 10/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	90249/2019	Data e Hora do Recebimento	19/02/2020 18:10

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	17/02/2020 13:30
Identificação do Ponto	R13 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	282/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	05/03/20 - 09:20
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	10.590	-	mg/Kg	0,5	58	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Bário total	115	-	mg/Kg	0,1	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cálcio total	1.536	-	mg/Kg	2	20	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Chumbo total	18,14	35	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cobalto total	9,72	-	mg/Kg	0,1	0,028	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cobre total	10,23	36	mg/Kg	0,1	0,0088	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Cromo total	30,0	37,3	mg/Kg	0,5	0,15	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Enxofre total	103	-	mg/Kg	0,5	0,38	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Estrôncio total	11,4	-	mg/Kg	0,5	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Ferro total	15.180	-	mg/Kg	0,5	27	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Fósforo total	513	-	mg/Kg	0,1	0,46	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Magnésio total	1.286	-	mg/Kg	0,5	8,5	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Manganês total	646	-	mg/Kg	0,5	0,61	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Níquel total	13,82	18	mg/Kg	0,1	0,069	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Potássio total	1.392	-	mg/Kg	0,5	4,6	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Silício total	121	-	mg/Kg	0,5	1,5	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Sódio total	758	-	mg/Kg	0,5	7,4	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Titânio total	654	-	mg/Kg	0,5	2,6	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Vanádio total	48,3	-	mg/Kg	0,5	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Zinco total	39,6	123	mg/Kg	0,5	0,23	SMEWW 3120B Ed. 22	26/02/20 - 12:16
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	164	-	mg/Kg	10	20	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	03/03/20 - 14:47
Nitrogênio Nitrato	18,51	-	mg/Kg	10	3,3	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	20/02/20 - 10:00
Nitrogênio Total	247	-	mg/Kg	5	86	SMEWW 4500N Ed. 22	03/03/20 - 14:47
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	2,26	-	%	0,01	0,45	POP 089 Ed. 15	26/02/20 - 13:48
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	26/02/20 - 16:00
pH	6,81	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	20/02/20 - 16:40
Teor de Sólidos Secos	80,20	-	%	0,1	0,080	ABNT - 2016 6457 2016	26/02/20 - 13:53
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					21/02/2020 09:58	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					20/02/2020 09:36	

**90249**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,075	0,075	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	10,56	9,51	8,26	6,43	29,11	13,67	12,66	9,81
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: A1443538D8A4B95275AE230DA786A363223600FD

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatorioidensaiois.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4310/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 23/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4310/2020	Data e Hora do Recebimento	05/03/2020 16:12

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	03/03/2020 10:40
Identificação do Ponto	UHE Mascarenhas - Rio Doce - Profundidade 1				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	19/03/20 - 08:55
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	1.477	-	mg/Kg	0,5	8,1	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 17:00
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:55
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:55
Bário total	14,92	-	mg/Kg	0,1	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 17:00
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:56
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:56
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:56
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:56
Cálcio total	370	-	mg/Kg	2	4,9	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Chumbo total	<LQ	35	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:56
Cobalto total	1,38	-	mg/Kg	0,1	0,0040	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:56
Cobre total	2,12	36	mg/Kg	0,1	0,0018	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Cromo total	5,10	37,3	mg/Kg	0,5	0,025	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Enxofre total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Ferro total	3.962	-	mg/Kg	0,5	7,1	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Fósforo total	33,57	-	mg/Kg	0,1	0,030	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Magnésio total	171	-	mg/Kg	0,5	1,1	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Manganês total	38,5	-	mg/Kg	0,5	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Níquel total	0,94	18	mg/Kg	0,1	0,0047	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Potássio total	178	-	mg/Kg	0,5	0,59	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Silício total	20,2	-	mg/Kg	0,5	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Sódio total	408	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:57
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:58
Titânio total	53,6	-	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:59
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:58
Vanádio total	3,08	-	mg/Kg	0,5	0,0023	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:58
Zinco total	4,69	123	mg/Kg	0,5	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:58
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	61,45	-	mg/Kg	10	7,6	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:34
Nitrogênio Nitrato	19,30	-	mg/Kg	10	3,4	DIN 14256-2 2006	05/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	05/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	147	-	mg/Kg	5	51	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:12
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,25	-	%	0,01	0,049	POP 089 Ed. 15	09/03/20 - 12:50
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,54	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	09/03/20 - 15:30
Teor de Sólidos Secos	80,83	-	%	0,1	0,081	ABNT - 2016 6457 2016	09/03/20 - 12:44
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					10/03/2020 16:30	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					06/03/2020 08:19	

**4310**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,74	21,92	1,69	15,39	37,07	13,51	2,53	0,15
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: DF21D32DFD8B4DCD828A7621B3A1461DFD4B6C66

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4309/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 23/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4309/2020	Data e Hora do Recebimento	05/03/2020 16:12

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	03/03/2020 13:45
Identificação do Ponto	R14 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	19/03/20 - 08:55
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	38.280	-	mg/Kg	0,5	210	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:19
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:14
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:14
Bário total	149	-	mg/Kg	0,1	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:19
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:14
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:14
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:14
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:14
Cálcio total	1.190	-	mg/Kg	2	16	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:19
Chumbo total	18,20	35	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Cobalto total	7,75	-	mg/Kg	0,1	0,022	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Cobre total	12,60	36	mg/Kg	0,1	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Cromo total	50,6	37,3	mg/Kg	0,5	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Enxofre total	264	-	mg/Kg	0,5	0,98	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:15
Estrôncio total	7,52	-	mg/Kg	0,5	0,012	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Ferro total	61.760	-	mg/Kg	0,5	110	SMEWW 3120B Ed. 22	10/03/20 - 19:43
Fósforo total	303	-	mg/Kg	0,1	0,27	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Magnésio total	2.291	-	mg/Kg	0,5	15	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Manganês total	632	-	mg/Kg	0,5	0,59	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:16



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:16
Níquel total	13,98	18	mg/Kg	0,1	0,070	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:16
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:16
Potássio total	2.359	-	mg/Kg	0,5	7,8	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:16
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:16
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Silício total	24,6	-	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:18
Sódio total	270	-	mg/Kg	0,5	2,6	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Titânio total	631	-	mg/Kg	0,5	2,5	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Vanádio total	41,9	-	mg/Kg	0,5	0,031	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Zinco total	50,7	123	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:17
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	611	-	mg/Kg	10	76	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:32
Nitrogênio Nitrato	<LQ	-	mg/Kg	10	-	DIN 14256-2 2006	05/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	05/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	649	-	mg/Kg	5	230	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:11
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,20	-	%	0,01	0,64	POP 089 Ed. 15	09/03/20 - 12:50
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,26	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	09/03/20 - 15:30
Teor de Sólidos Secos	59,00	-	%	0,1	0,059	ABNT - 2016 6457 2016	09/03/20 - 12:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					10/03/2020 16:26	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					06/03/2020 08:19	



4309

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,003	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,26	22,23	6,51	9,08	13,73	15,66	24,18	0,35
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Cromo total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: AC9577EFDCE2CCE88A8566A1A02BDDDB418633A98

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4312/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4312/2020	Data e Hora do Recebimento	06/03/2020 16:16

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	04/03/2020 12:00
Identificação do Ponto	R15 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	19/03/20 - 08:55
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	17.080	-	mg/Kg	0,5	94	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:48
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:48
Bário total	100	-	mg/Kg	0,1	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:49
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:49
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:49
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:49
Cálcio total	856	-	mg/Kg	2	11	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Chumbo total	5,73	35	mg/Kg	0,1	0,0057	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Cobalto total	7,09	-	mg/Kg	0,1	0,021	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Cobre total	8,19	36	mg/Kg	0,1	0,0070	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Cromo total	33,8	37,3	mg/Kg	0,5	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Enxofre total	172	-	mg/Kg	0,5	0,64	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:54
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:50
Estrôncio total	5,03	-	mg/Kg	0,5	0,0081	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:53
Ferro total	22.570	-	mg/Kg	0,5	41	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:53
Fósforo total	154	-	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:53
Magnésio total	2.436	-	mg/Kg	0,5	16	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:53
Manganês total	225	-	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Níquel total	11,77	18	mg/Kg	0,1	0,059	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Potássio total	2.332	-	mg/Kg	0,5	7,7	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Silício total	93,1	-	mg/Kg	0,5	1,2	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Sódio total	694	-	mg/Kg	0,5	6,8	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Titânio total	837	-	mg/Kg	0,5	3,3	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:51
Vanádio total	36,0	-	mg/Kg	0,5	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Zinco total	42,3	123	mg/Kg	0,5	0,25	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:52
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	92,46	-	mg/Kg	10	11	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:36
Nitrogênio Nitrato	17,51	-	mg/Kg	10	3,1	DIN 14256-2 2006	06/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	06/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	170	-	mg/Kg	5	59	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:12
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,73	-	%	0,01	0,15	POP 089 Ed. 15	09/03/20 - 12:50
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,04	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	09/03/20 - 15:30
Teor de Sólidos Secos	74,10	-	%	0,1	0,074	ABNT - 2016 6457 2016	09/03/20 - 12:50
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					10/03/2020 16:31	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					09/03/2020 08:48	



4312

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,35	32,46	17,79	12,09	23,01	4,86	1,44	0,00
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 10388AA931D3991C31CB4175999D4537CE595B9F

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4316/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4316/2020	Data e Hora do Recebimento	09/03/2020 15:35

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	05/03/2020 10:00
Identificação do Ponto	R16 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	23/03/20 - 09:10
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	3.382	-	mg/Kg	0,5	19	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:19
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:19
Bário total	21,10	-	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:19
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:20
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:20
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:20
Cálcio total	446	-	mg/Kg	2	5,9	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Chumbo total	<LQ	35	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:20
Cobalto total	2,16	-	mg/Kg	0,1	0,0063	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Cobre total	2,04	36	mg/Kg	0,1	0,0018	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Cromo total	6,54	37,3	mg/Kg	0,5	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Enxofre total	54,8	-	mg/Kg	0,5	0,20	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:26
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:20
Estrôncio total	4,03	-	mg/Kg	0,5	0,0065	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:25
Ferro total	5.905	-	mg/Kg	0,5	11	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:23
Fósforo total	175	-	mg/Kg	0,1	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:23
Magnésio total	172	-	mg/Kg	0,5	1,1	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:23
Manganês total	73,2	-	mg/Kg	0,5	0,069	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:21



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:21
Níquel total	1,37	18	mg/Kg	0,1	0,0068	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:21
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:21
Potássio total	190	-	mg/Kg	0,5	0,63	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:21
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:21
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Silício total	215	-	mg/Kg	0,5	2,7	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Sódio total	489	-	mg/Kg	0,5	4,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Titânio total	162	-	mg/Kg	0,5	0,64	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Vanádio total	7,18	-	mg/Kg	0,5	0,0052	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Zinco total	9,97	123	mg/Kg	0,5	0,058	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:22
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	46,06	-	mg/Kg	10	5,7	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:44
Nitrogênio Nitrato	22,88	-	mg/Kg	10	4,1	DIN 14256-2 2006	09/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	09/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	148	-	mg/Kg	5	51	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:15
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,21	-	%	0,01	0,042	POP 089 Ed. 15	10/03/20 - 14:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,55	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	10/03/20 - 15:00
Teor de Sólidos Secos	76,98	-	%	0,1	0,077	ABNT - 2016 6457 2016	10/03/20 - 15:30
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/03/2020 09:41	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					10/03/2020 08:03	



4316

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,14	34,15	0,81	11,31	22,56	14,54	7,62	1,88
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 161498EB391358026608DE018AC607A67A14ABA8

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4313/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4313/2020	Data e Hora do Recebimento	06/03/2020 16:16

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	04/03/2020 10:00
Identificação do Ponto	L1 - Lagoa do Limão				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaios realizados nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	19/03/20 - 08:55
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	22.770	-	mg/Kg	0,5	130	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:40
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:40
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:41
Bário total	85,62	-	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:48
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:41
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:41
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:41
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:42
Cálcio total	435	-	mg/Kg	2	5,7	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Chumbo total	13,41	35	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Cobalto total	4,73	-	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Cobre total	5,03	36	mg/Kg	0,1	0,0043	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Cromo total	24,9	37,3	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Enxofre total	268	-	mg/Kg	0,5	0,99	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:42
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:42
Ferro total	29.810	-	mg/Kg	0,5	54	SMEWW 3120B Ed. 22	10/03/20 - 19:43
Fósforo total	190	-	mg/Kg	0,1	0,17	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Magnésio total	607	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:47
Manganês total	433	-	mg/Kg	0,5	0,41	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:46
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43
Níquel total	7,68	18	mg/Kg	0,1	0,038	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:46
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43
Potássio total	692	-	mg/Kg	0,5	2,3	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:46
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:43
Silício total	230	-	mg/Kg	0,5	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:46
Sódio total	327	-	mg/Kg	0,5	3,2	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:46
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:44
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:44
Titânio total	243	-	mg/Kg	0,5	0,96	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:46
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:44
Vanádio total	26,9	-	mg/Kg	0,5	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:45
Zinco total	32,3	123	mg/Kg	0,5	0,19	SMEWW 3120B Ed. 22	17/03/20 - 16:45
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	415	-	mg/Kg	10	51	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:38
Nitrogênio Nitrato	15,00	-	mg/Kg	10	2,7	DIN 14256-2 2006	06/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	06/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	482	-	mg/Kg	5	170	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:13
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	2,16	-	%	0,01	0,43	POP 089 Ed. 15	09/03/20 - 12:50
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	6,84	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	09/03/20 - 15:30
Teor de Sólidos Secos	51,81	-	%	0,1	0,052	ABNT - 2016 6457 2016	09/03/20 - 12:44
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					10/03/2020 16:31	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					09/03/2020 08:48	



4313

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,83	12,52	3,80	3,95	24,32	28,95	18,64	0,00
Classificação textural:				Areia Franca				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 089751CFD85530AD5863FD2A41A1A8AD6C168768

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4314/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4314/2020	Data e Hora do Recebimento	09/03/2020 15:35

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	05/03/2020 08:30
Identificação do Ponto	L2 - Lagoa Nova				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Não
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	23/03/20 - 09:09
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	10.110	-	mg/Kg	0,5	56	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:25
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:26
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:26
Bário total	69,21	-	mg/Kg	0,1	0,090	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:26
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:26
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:26
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:26
Cálcio total	640	-	mg/Kg	2	8,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Chumbo total	7,74	35	mg/Kg	0,1	0,0077	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Cobalto total	5,69	-	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Cobre total	6,01	36	mg/Kg	0,1	0,0052	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Cromo total	22,3	37,3	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Enxofre total	88,4	-	mg/Kg	0,5	0,33	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:32
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:27
Estrôncio total	6,88	-	mg/Kg	0,5	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:31
Ferro total	27.150	-	mg/Kg	0,5	49	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:31
Fósforo total	290	-	mg/Kg	0,1	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:31
Magnésio total	577	-	mg/Kg	0,5	3,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:30
Manganês total	350	-	mg/Kg	0,5	0,33	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:30
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:27



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:27
Níquel total	5,36	18	mg/Kg	0,1	0,027	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:30
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:28
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:28
Potássio total	621	-	mg/Kg	0,5	2,0	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:30
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:28
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:28
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:28
Silício total	302	-	mg/Kg	0,5	3,7	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:30
Sódio total	615	-	mg/Kg	0,5	6,0	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:30
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:29
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:29
Titânio total	449	-	mg/Kg	0,5	1,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:29
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:29
Vanádio total	26,6	-	mg/Kg	0,5	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:29
Zinco total	26,6	123	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 09:29
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	180	-	mg/Kg	10	22	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:39
Nitrogênio Nitrato	14,93	-	mg/Kg	10	2,7	DIN 14256-2 2006	09/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	09/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	246	-	mg/Kg	5	86	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:14
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,29	-	%	0,01	0,66	POP 089 Ed. 15	10/03/20 - 14:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,36	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	10/03/20 - 15:00
Teor de Sólidos Secos	40,00	-	%	0,1	0,040	ABNT - 2016 6457 2016	10/03/20 - 15:30
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					16/03/2020 09:39	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					10/03/2020 08:03	

**4314**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,16	21,59	5,99	4,47	19,61	20,26	19,04	0,88
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.****Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: CBBB4F16CCBF64AAC8C303DB3689DE74B0FC1C33

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4315/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4315/2020	Data e Hora do Recebimento	09/03/2020 15:35

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	05/03/2020 12:00
Identificação do Ponto	L3 - Lagoa Juparanã				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	23/03/20 - 09:10
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	12.070	-	mg/Kg	0,5	66	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:00
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:00
Bário total	75,68	-	mg/Kg	0,1	0,098	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:00
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:00
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:01
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:01
Cálcio total	564	-	mg/Kg	2	7,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Chumbo total	9,37	35	mg/Kg	0,1	0,0094	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Cobalto total	5,88	-	mg/Kg	0,1	0,017	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Cobre total	6,90	36	mg/Kg	0,1	0,0059	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Cromo total	23,1	37,3	mg/Kg	0,5	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Enxofre total	114	-	mg/Kg	0,5	0,42	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:09
Estrôncio total	6,39	-	mg/Kg	0,5	0,010	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:08
Ferro total	4.315	-	mg/Kg	0,5	7,8	SMEWW 3120B Ed. 22	25/03/20 - 10:27
Fósforo total	266	-	mg/Kg	0,1	0,24	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:08
Magnésio total	627	-	mg/Kg	0,5	4,1	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:08
Manganês total	332	-	mg/Kg	0,5	0,31	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03
Níquel total	6,31	18	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03
Potássio total	739	-	mg/Kg	0,5	2,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:08
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:03
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:04
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:04
Silício total	143	-	mg/Kg	0,5	1,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:08
Sódio total	488	-	mg/Kg	0,5	4,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:07
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:04
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:07
Titânio total	457	-	mg/Kg	0,5	1,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:07
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:07
Vanádio total	27,1	-	mg/Kg	0,5	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:07
Zinco total	27,7	123	mg/Kg	0,5	0,16	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:07
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	42,05	-	mg/Kg	10	5,2	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:43
Nitrogênio Nitrato	17,01	-	mg/Kg	10	3,0	DIN 14256-2 2006	09/03/20 - 17:46
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	09/03/20 - 17:46
Nitrogênio Total	118	-	mg/Kg	5	41	SMEWW 4500N Ed. 22	19/03/20 - 15:14
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,38	-	%	0,01	0,076	POP 089 Ed. 15	10/03/20 - 14:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,45	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	10/03/20 - 15:00
Teor de Sólidos Secos	73,24	-	%	0,1	0,073	ABNT - 2016 6457 2016	10/03/20 - 15:30
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/03/2020 09:41	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					10/03/2020 08:03	



4315

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,64	52,45	9,31	13,82	34,84	1,48	0,46	0,00
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: AF8258DD342100614E3D4B57AD6EDF1C69DE0C5F

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4317/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 27/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4317/2020	Data e Hora do Recebimento	11/03/2020 14:29

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	09/03/2020 11:30
Identificação do Ponto	L4 - Lagoa Areão - (Pandolfi)				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	25/03/20 - 08:45
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	24.973	-	mg/Kg	0,5	140	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:44
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:29
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:29
Bário total	167	-	mg/Kg	0,1	0,22	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:44
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:29
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:30
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:30
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:30
Cálcio total	640	-	mg/Kg	2	8,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:43
Chumbo total	19,56	35	mg/Kg	0,1	0,020	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:43
Cobalto total	11,06	-	mg/Kg	0,1	0,032	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:43
Cobre total	15,92	36	mg/Kg	0,1	0,014	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:43
Cromo total	52,4	37,3	mg/Kg	0,5	0,26	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:43
Enxofre total	123	-	mg/Kg	0,5	0,45	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:41
Estanho total	2,60	-	mg/Kg	0,5	0,0015	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:41
Estrôncio total	9,41	-	mg/Kg	0,5	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:41
Ferro total	45.475	-	mg/Kg	0,5	82	SMEWW 3120B Ed. 22	25/03/20 - 10:29
Fósforo total	445	-	mg/Kg	0,1	0,40	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:41
Magnésio total	1.307	-	mg/Kg	0,5	8,6	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:40
Manganês total	625	-	mg/Kg	0,5	0,59	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:40
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:31



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:31
Níquel total	15,06	18	mg/Kg	0,1	0,075	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:40
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:31
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:31
Potássio total	2.029	-	mg/Kg	0,5	6,7	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:31
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:32
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:32
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:32
Silício total	62,5	-	mg/Kg	0,5	0,78	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:40
Sódio total	392	-	mg/Kg	0,5	3,8	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:40
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:32
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:32
Titânio total	1.076	-	mg/Kg	0,5	4,3	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:40
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:32
Vanádio total	58,6	-	mg/Kg	0,5	0,043	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:39
Zinco total	58,0	123	mg/Kg	0,5	0,34	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:39
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	193	-	mg/Kg	10	24	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 09:15
Nitrogênio Nitrato	18,66	-	mg/Kg	10	3,3	DIN 14256-2 2006	12/03/20 - 08:15
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	12/03/20 - 08:15
Nitrogênio Total	276	-	mg/Kg	5	96	SMEWW 4500N Ed. 22	17/03/20 - 09:15
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	3,01	-	%	0,01	0,60	POP 089 Ed. 15	11/03/20 - 12:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,23	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	11/03/20 - 15:30
Teor de Sólidos Secos	31,12	-	%	0,1	0,031	ABNT - 2016 6457 2016	11/03/20 - 11:00
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/03/2020 09:41	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					12/03/2020 07:51	



4317

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,003	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,40	12,98	5,48	11,14	18,93	17,05	24,66	2,35
Classificação textural:				Areia Franca				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Cromo total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 2644A4DFEFC04DFF8CCADC2F01FD7D036BB8C1E6

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4318/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 27/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4318/2020	Data e Hora do Recebimento	11/03/2020 14:29

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	09/03/2020 10:00
Identificação do Ponto	L5 - Lagoa Areal				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	25/03/20 - 08:45
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	21.520	-	mg/Kg	0,5	120	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:04
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:45
Arsênio total	64,38	5,9	mg/Kg	0,1	0,071	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:03
Bário total	73,90	-	mg/Kg	0,1	0,096	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:03
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:48
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:48
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:48
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:48
Cálcio total	1.648	-	mg/Kg	2	22	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:03
Chumbo total	<LQ	35	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:03
Cobalto total	12,30	-	mg/Kg	0,1	0,036	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:02
Cobre total	9,20	36	mg/Kg	0,1	0,0079	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:02
Cromo total	75,8	37,3	mg/Kg	0,5	0,38	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:01
Enxofre total	334	-	mg/Kg	0,5	1,2	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:01
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:48
Estrôncio total	20,4	-	mg/Kg	0,5	0,033	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:55
Ferro total	229.734	-	mg/Kg	0,5	410	SMEWW 3120B Ed. 22	25/03/20 - 10:32
Fósforo total	1.584	-	mg/Kg	0,1	1,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:55
Magnésio total	468	-	mg/Kg	0,5	3,1	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:55
Manganês total	545	-	mg/Kg	0,5	0,51	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:55
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51
Níquel total	7,02	18	mg/Kg	0,1	0,035	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:55
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51
Potássio total	381	-	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:54
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:51
Silício total	162	-	mg/Kg	0,5	2,0	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:54
Sódio total	550	-	mg/Kg	0,5	5,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:54
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:52
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:52
Titânio total	380	-	mg/Kg	0,5	1,5	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:54
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:52
Vanádio total	73,9	-	mg/Kg	0,5	0,054	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:53
Zinco total	84,8	123	mg/Kg	0,5	0,50	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 10:53
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	148	-	mg/Kg	10	18	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 09:15
Nitrogênio Nitrato	13,22	-	mg/Kg	10	2,4	DIN 14256-2 2006	12/03/20 - 08:15
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	12/03/20 - 08:15
Nitrogênio Total	207	-	mg/Kg	5	72	SMEWW 4500N Ed. 22	23/03/20 - 16:21
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	14,39	-	%	0,01	2,9	POP 089 Ed. 15	11/03/20 - 12:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	6,85	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	11/03/20 - 15:30
Teor de Sólidos Secos	16,91	-	%	0,1	0,017	ABNT - 2016 6457 2016	11/03/20 - 11:00
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/03/2020 09:41	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					12/03/2020 07:51	



4318

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	8,01	12,14	9,19	3,13	17,29	22,24	16,88	11,12
Classificação textural:				Areia Franca				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) resultado(s) do(s) parâmetro(s) **Arsênio total, Cromo total** está(ão) em desacordo com o(s) limite(s) **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**, mas atende aos demais parâmetros analisados.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 42A12D6176E2CF6796D25D15F301B5D208A0C3B5

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4320/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4320/2020	Data e Hora do Recebimento	09/03/2020 15:35

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	06/03/2020 09:00
Identificação do Ponto	L6 - Lagoa Monsarás				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Fracas	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	23/03/20 - 09:10
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	392	-	mg/Kg	0,5	2,2	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:15
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Bário total	6,35	-	mg/Kg	0,1	0,0083	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:15
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Cálcio total	482	-	mg/Kg	2	6,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:15
Chumbo total	<LQ	35	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:08
Cobalto total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:09
Cobre total	<LQ	36	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:09
Cromo total	2,99	37,3	mg/Kg	0,5	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:14
Enxofre total	119	-	mg/Kg	0,5	0,44	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:14
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:09
Estrôncio total	4,28	-	mg/Kg	0,5	0,0068	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:14
Ferro total	2.427	-	mg/Kg	0,5	4,4	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:14
Fósforo total	156	-	mg/Kg	0,1	0,14	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:14
Magnésio total	77,7	-	mg/Kg	0,5	0,51	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:14
Manganês total	27,4	-	mg/Kg	0,5	0,026	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:13
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Níquel total	<LQ	18	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Potássio total	90,5	-	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:13
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:11
Silício total	106	-	mg/Kg	0,5	1,3	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:13
Sódio total	625	-	mg/Kg	0,5	6,1	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:13
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:12
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:12
Titânio total	32,6	-	mg/Kg	0,5	0,13	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:12
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:12
Vanádio total	3,25	-	mg/Kg	0,5	0,0024	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:12
Zinco total	10,8	123	mg/Kg	0,5	0,063	SMEWW 3120B Ed. 22	24/03/20 - 11:12
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	60,96	-	mg/Kg	10	7,6	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	17/03/20 - 13:46
Nitrogênio Nitrato	16,53	-	mg/Kg	10	2,9	DIN 14256-2 2006	10/03/20 - 08:15
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	10/03/20 - 08:15
Nitrogênio Total	134	-	mg/Kg	5	47	SMEWW 4500N Ed. 22	17/03/20 - 09:15
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,19	-	%	0,01	0,037	POP 089 Ed. 15	10/03/20 - 14:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	6,50	-	UpH	0,01	0,13	ABNT 10004 2004	10/03/20 - 15:00
Teor de Sólidos Secos	81,20	-	%	0,1	0,081	ABNT - 2016 6457 2016	10/03/20 - 15:30
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					13/03/2020 09:41	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					10/03/2020 09:52	



4320

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	5,20	5,21	0,51	2,63	11,90	42,89	25,91	4,75
Classificação textural:				Areia				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 74A20CC06D1934EAB1DFADEFB24A1D47BE96B6DD

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

18573/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 25/03/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	18573/2020	Data e Hora do Recebimento	09/03/2020 15:35

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	06/03/2020 10:00
Identificação do Ponto	L7 - Lagoa Monsarás				
Tipo de Amostra	Sedimento		Chuva	Fracas	Chuva nas últimas 24h Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	23/03/20 - 09:10
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	843	-	mg/Kg	0,5	4,6	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:40
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:40
Bário total	3,95	-	mg/Kg	0,1	0,0051	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:40
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:40
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:40
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:41
Cálcio total	222	-	mg/Kg	2	2,9	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Chumbo total	<LQ	35	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:41
Cobalto total	1,45	-	mg/Kg	0,1	0,0042	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:41
Cobre total	<LQ	36	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:41
Cromo total	22,3	37,3	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Enxofre total	126	-	mg/Kg	0,5	0,47	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:41
Estrôncio total	3,44	-	mg/Kg	0,5	0,0055	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:41
Ferro total	1.077	-	mg/Kg	0,5	1,9	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Fósforo total	123	-	mg/Kg	0,1	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Magnésio total	108	-	mg/Kg	0,5	0,71	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Manganês total	20,2	-	mg/Kg	0,5	0,019	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Níquel total	<LQ	18	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Potássio total	62,3	-	mg/Kg	0,5	0,21	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Silício total	46,9	-	mg/Kg	0,5	0,58	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:43
Sódio total	903	-	mg/Kg	0,5	8,8	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:44
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Titânio total	28,6	-	mg/Kg	0,5	0,11	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:44
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:42
Vanádio total	3,04	-	mg/Kg	0,5	0,0022	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:44
Zinco total	7,82	123	mg/Kg	0,5	0,046	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 16:44
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	68,61	-	mg/Kg	10	8,5	SMEWW 4500 Norg C	17/03/20 - 09:15
Nitrogênio Nitrato	13,65	-	mg/Kg	10	2,4	DIN 14256-2 2006	10/03/20 - 08:15
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	10/03/20 - 08:15
Nitrogênio Total	129	-	mg/Kg	5	45	SMEWW 4500N Ed. 22	17/03/20 - 09:15
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,18	-	%	0,01	0,036	POP 089 Ed. 15	10/03/20 - 14:00
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	16/03/20 - 17:00
pH	7,65	-	UpH	0,01	0,15	ABNT 10004 2004	10/03/20 - 15:00
Teor de Sólidos Secos	78,83	-	%	0,1	0,079	ABNT - 2016 6457 2016	10/03/20 - 15:30
Preparo de Amostra							
Parâmetro		Método				Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri		SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22				19/03/2020 14:30	
Preparo de Amostra - SVOC Solo		EPA EPA SW-846 - 3550 C				10/03/2020 09:52	



18573

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	7,17	2,21	0,02	0,12	8,52	46,92	29,88	3,17
Classificação textural:				Areia				

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**.

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: A96CA42338E8F2D83FC0E2B679B7BEC0E926FBEB

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalіtico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

4319/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 01/04/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	4319/2020	Data e Hora do Recebimento	16/03/2020 15:13

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	12/03/2020 11:00
Identificação do Ponto	C1 - Rio Doce				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Não	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	671/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	29/03/20 - 14:14
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	2.166	-	mg/Kg	0,5	12	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:19
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:19
Bário total	13,98	-	mg/Kg	0,1	0,018	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:19
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:19
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:20
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:20
Cálcio total	149	-	mg/Kg	2	2,0	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Chumbo total	1,00	35	mg/Kg	0,1	0,0010	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Cobalto total	2,48	-	mg/Kg	0,1	0,0072	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Cobre total	1,93	36	mg/Kg	0,1	0,0017	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Cromo total	10,7	37,3	mg/Kg	0,5	0,054	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Enxofre total	81,3	-	mg/Kg	0,5	0,30	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:25
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:22
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:22
Ferro total	3.074	-	mg/Kg	0,5	5,5	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Fósforo total	139	-	mg/Kg	0,1	0,12	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Magnésio total	104	-	mg/Kg	0,5	0,68	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Manganês total	80,5	-	mg/Kg	0,5	0,076	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Mercúrio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:22



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:22
Níquel total	2,63	18	mg/Kg	0,1	0,013	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:22
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:23
Potássio total	141	-	mg/Kg	0,5	0,47	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:23
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:23
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:23
Silício total	230	-	mg/Kg	0,5	2,8	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Sódio total	362	-	mg/Kg	0,5	3,5	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:23
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:23
Titânio total	112	-	mg/Kg	0,5	0,44	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:24
Vanádio total	5,64	-	mg/Kg	0,5	0,0041	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Zinco total	7,64	123	mg/Kg	0,5	0,045	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:26
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	43,24	-	mg/Kg	10	5,4	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	19/03/20 - 16:21
Nitrogênio Nitrato	19,86	-	mg/Kg	10	3,5	DIN 14256-2 2006	19/03/20 - 08:45
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	19/03/20 - 09:17
Nitrogênio Total	131	-	mg/Kg	5	46	SMEWW 4500N Ed. 22	26/03/20 - 14:10
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,15	-	%	0,01	0,031	POP 089 Ed. 15	17/03/20 - 11:59
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	23/03/20 - 17:00
pH	7,18	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	16/03/20 - 17:00
Teor de Sólidos Secos	77,97	-	%	0,1	0,078	ABNT - 2016 6457 2016	17/03/20 - 12:01
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/03/2020 14:30	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					17/03/2020 08:41	



4319

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	16,94	22,11	11,01	23,32	9,98	6,62	10,02	0,00
Classificação textural:			Fracamente arenoso.					

Conclusão do Relatório

As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

O(s) parâmetro(s) está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1.**

Legendas

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agronômico de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: 89423462054ECB00FE8B8E751137E51CD72A5A95

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatorioidensaiois.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

Relatório de Ensaio

11564/2020- Rev. 0 - A

Emissão: 01/04/2020



Dados Referentes ao Contratante					
Nome/Razão Social	INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO			CNPJ/CPF	01.715.975/0001-69
Endereço	ROD Br -116 Km98, 0 S/N - Cent. Politecn. Ufpr-Jardim das Américas -Curitiba/PR				
Contato	Ana Carolina Wosiack	E-Mail	ana.wosiack@lactec.org.br		Tel: (41) 3361-6865/ F + 3361-6021

Dados Referentes à Amostra			
Número da Amostra	11564/2020	Data e Hora do Recebimento	16/03/2020 10:52

Dados Referentes à Coleta					
Coletor	Coleta Realizada pelo cliente			Data e Hora da Coleta	12/03/2020 09:30
Identificação do Ponto	C2 - Rio Doce.				
Tipo de Amostra	Sedimento	Chuva	Fracas	Chuva nas últimas 24h	Sim
Método de amostragem	A descrição do material ensaiado, plano e procedimento de amostragem são de inteira responsabilidade do cliente.			Plano de amostragem	1928/2020

Ensaio realizado nas instalações da Controle Analítico

Fenóis, Clorofenóis e Nitrofenóis							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Fenol	<LQ	-	mg/Kg	0,00066	-	EPA 8270D 2007	29/03/20 - 14:15
Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Alumínio total	2.054	-	mg/Kg	0,5	11	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:30
Antimônio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:28
Arsênio total	<LQ	5,9	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:28
Bário total	11,91	-	mg/Kg	0,1	0,015	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:30
Berílio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:28
Bismuto total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:28
Boro total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:28
Cádmio total	<LQ	0,6	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:28
Cálcio total	199	-	mg/Kg	2	2,6	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Chumbo total	2,85	35	mg/Kg	0,1	0,0029	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Cobalto total	2,52	-	mg/Kg	0,1	0,0073	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Cobre total	2,70	36	mg/Kg	0,1	0,0023	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Cromo total	11,7	37,3	mg/Kg	0,5	0,059	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Enxofre total	91,4	-	mg/Kg	0,5	0,34	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Estanho total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Estrôncio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Ferro total	4.725	-	mg/Kg	0,5	8,5	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Fósforo total	106	-	mg/Kg	0,1	0,094	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Magnésio total	118	-	mg/Kg	0,5	0,78	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Manganês total	63,2	-	mg/Kg	0,5	0,059	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Mercurio total	<LQ	0,17	mg/Kg	0,002	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29



Metais Totais							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Molibdênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Níquel total	2,29	18	mg/Kg	0,1	0,011	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Paládio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Platina total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Potássio total	150	-	mg/Kg	0,5	0,50	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Prata total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Ródio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Selênio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:29
Silício total	340	-	mg/Kg	0,5	4,2	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Sódio total	408	-	mg/Kg	0,5	4,0	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:31
Tálio total	<LQ	-	mg/Kg	0,1	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:30
Telúrio total	<LQ	-	mg/Kg	0,5	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:30
Titânio total	169	-	mg/Kg	0,5	0,67	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:32
Urânio total	<LQ	-	mg/Kg	0,02	-	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:30
Vanádio total	5,54	-	mg/Kg	0,5	0,0040	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:32
Zinco total	8,12	123	mg/Kg	0,5	0,047	SMEWW 3120B Ed. 22	23/03/20 - 15:32
Nitrogênio Total							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Nitrogênio Kjeldahl Total	50,80	-	mg/Kg	10	6,3	SMEWW 4500 Norg C Ed. 22	19/03/20 - 16:24
Nitrogênio Nitrato	22,27	-	mg/Kg	10	4,0	DIN 14256-2 2006	19/03/20 - 09:17
Nitrogênio Nitrito	<LQ	-	mg/Kg	1	-	DIN 14256-2 2006	19/03/20 - 09:17
Nitrogênio Total	149	-	mg/Kg	5	52	SMEWW 4500N Ed. 22	30/03/20 - 17:38
Parâmetros Físico-Químicos							
Parâmetro	Resultado	VR	Unidade	L.Q.	U	Método	Data de Realização
Carbono Orgânico Total	0,15	-	%	0,01	0,029	POP 089 Ed. 15	17/03/20 - 11:59
Granulometria 7 Frações	Vide Tabela	-	%	0,005	-	IAC - B. técnico 106 2009 Ed. 1ª	23/03/20 - 17:00
pH	7,07	-	UpH	0,01	0,14	ABNT 10004 2004	16/03/20 - 17:00
Teor de Sólidos Secos	79,17	-	%	0,1	0,079	ABNT - 2016 6457 2016	17/03/20 - 12:01
Preparo de Amostra							
Parâmetro	Método					Data de Realização	
Preparo de Amostra - Metais Digeri	SMEWW 3030A,B,D,E,F e G Ed. 22					19/03/2020 16:08	
Preparo de Amostra - SVOC Solo	EPA EPA SW-846 - 3550 C					17/03/2020 07:35	

**11564**

Classes (%):	Argila	Silte	Areia muito fina	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Areia muito grossa	Cascalho
Peneiras Diâmetro (mm):	Não se aplica	0,002	0,053	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
Retido:	4,37	25,64	2,36	18,21	31,86	9,04	6,26	3,26
Classificação textural:				Franco arenoso				

Conclusão do Relatório**As opiniões e interpretações expressas abaixo, não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.**O(s) parâmetros está(ão) de acordo com **Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1**.**Legendas**

(-): Não Aplicável.

VR: Valor de Referência - Resolução CONAMA - 454 de 1º de novembro de 2012 - Água doce - nível 1

L.Q.: Limite de Quantificação.

U: Incerteza expandida (U) baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência k = 2, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

ABNT - 2016: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2016.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas - 2004.

DIN: Deutsches Institut für Normung.

EPA: Environmental Protection Agency - 2007.

IAC - B. técnico 106: Instituto Agrônomo de Campinas - 2009.

POP 089 : Procedimento Operacional Padrão - POP 089 .

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Informações

Os resultados apresentados neste documento possuem interpretação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra, qualquer alteração ou reprodução parcial somente com autorização prévia por escrito do Laboratório.

Nota: Regra de decisão adotada pela Controle Analítico: A(s) incerteza(s) expressada(s) nos relatórios, não são consideradas na conclusão/declaração da conformidade a uma especificação ou norma, ficando a critério do cliente e/ou parte interessada a aplicabilidade ou não das incertezas informadas.



Código para verificação de autenticidade deste documento: F73F4107F4F83BB4E1F0B83BB7D8F45D16000365

Instruções para a verificação de autenticidade de documentos

1º - Acesse a página <http://relatoriодensaіos.controleanalitico.com.br>

2º - Clique na opção "Validar Laudo"

3º - Digite o número da Amostra juntamente com os últimos 6 dígitos de autenticidade

4º - Clique em Validar

Química Josy Rodrigues de Sousa
CRQ IV-04262500
Signatário Autorizado

ANEXO 2 – LAUDOS LABORATORIAIS DE TEORES PSEUDOTOTAIS DE EPTS



RELATÓRIO DE ENSAIO: 21113/2020 - A - 1.0

Proposta Comercial 3344/2019-3

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento
Endereço:	Rodovia BR-116, s/n, Jardim Das Américas - Curitiba/PR - CEP: 81.531-980
Nome do Solicitante:	Letícia de Pierri
Dados para contato:	41 3361-6958 leticia.pierri@lactec.org.br

DADOS REFERENTES À AMOSTRA	
Identificação do ponto: MATERIAL 2020 - ILHA DO ARAÚJO I - C-48CM	
ID do Projeto: Não Informado	Referência Oceanus: 1083293
Matriz: Solo	Data da amostragem: 04/02/2020 17:50
Data de emissão do R.E.: 16/03/2020	Data de recebimento: 27/02/2020
Tipo de Coleta: Simples	Coletor: Cliente
Temperatura de recebimento (°C): <5	

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Metais
Início dos Ensaios: 27/02/2020

Parâmetros	Unidade	LD	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados
Alumínio Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	16129,51
Vanádio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	55,6485
Cromo Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	64,7030
Manganês Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	1154,003
Cobalto Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	9,4741
Níquel Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	15,8
Cobre Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	20,3
Ferro Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	47907,8
Zinco Total	mg/Kg	1,50	5,0	10	54,4
Arsênio Total	mg/Kg	0,003	0,01	10	11,1097
Selênio Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	5,96
Molibdênio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Prata Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	0,493
Cádmio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	0,0505
Estanho Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	N.D
Antimônio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Bário Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	117,123
Chumbo Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	17,874
Mercurio Total	mg/Kg	0,0027	0,009	10	<0,009

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

RELATÓRIO DE ENSAIO: 21113/2020-1.0

PÁGINA 1 de 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA
Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450 Tel: (21) 3293-7000
www.oceanus.bio.br oceanus@oceanus.bio.br

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / BA

LCS Mercúrio					
Parâmetros	Código da Amostra	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da Corrida Analítica
Mercúrio (Hg)	1148870	%	114	80 - 120	2089/2020

LCS Metais					
Parâmetros	Código da Amostra	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da Corrida Analítica
Lítio (Li)	1145924	%	114	80 - 120	2037/2020
Berílio (Be)	1145924	%	110	80 - 120	2037/2020
Boro (B)	1145924	%	106	80 - 120	2037/2020
Sódio (Na)	1145924	%	104	80 - 120	2037/2020
Magnésio (Mg)	1145924	%	103	80 - 120	2037/2020
Alumínio (Al)	1145924	%	100	80 - 120	2037/2020
Fósforo (P)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Potássio (K)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Cálcio (Ca)	1145924	%	102	80 - 120	2037/2020
Titânio (Ti)	1145924	%	110	80 - 120	2037/2020
Vanádio (V)	1145924	%	112	80 - 120	2037/2020
Cromo (Cr)	1145924	%	103	80 - 120	2037/2020
Manganês (Mn)	1145924	%	98	80 - 120	2037/2020
Ferro (Fe)	1145924	%	96	80 - 120	2037/2020
Cobalto(Co)	1145924	%	94	80 - 120	2037/2020
Níquel (Ni)	1145924	%	93	80 - 120	2037/2020
Cobre (Cu)	1145924	%	112	80 - 120	2037/2020
Zinco (Zn)	1145924	%	111	80 - 120	2037/2020
Arsênio (AS)	1145924	%	94	80 - 120	2037/2020
Selênio (Se)	1145924	%	108	80 - 120	2037/2020
Estrôncio (Sr)	1145924	%	95	80 - 120	2037/2020
Molibdênio (Mo)	1145924	%	92	80 - 120	2037/2020
Prata (Ag)	1145924	%	93	80 - 120	2037/2020
Cádmio (Cd)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Estanho (Sn)	1145924	%	88	80 - 120	2037/2020
Antimônio (Sb)	1145924	%	108	80 - 120	2037/2020
Bário (Ba)	1145924	%	106	80 - 120	2037/2020
Silício (Si)	1145924	%	120	80 - 120	2037/2020
Tálio (Tl)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020
Chumbo (Pb)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020
Urânio (U)	1145924	%	111	80 - 120	2037/2020
Enxofre (S)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020

INFORMAÇÕES RELEVANTES



Legenda:

*Serviço Subcontratado

USEPA = United States Environment Protection Agency

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NC = Não calculável

NMP = Número Mais Provável

NO = Não Objetável

PAH = Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

PCB = Polychlorinated Biphenyls

POC = Pesticidas Organoclorados

POF = Pesticidas Organofosforados

SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 23rd Edition - 2017

TPH = Total Petroleum Hydrocarbons

UFC = Unidades Formadoras de Colônia

VMP = Valor Máximo Permitido

VOC = Volatile Organic Compound

SVOC = Semi-volatile Organic Compound

NIOSH = National Institute for Occupational Safety and Health

OSHA = Occupational Safety and Health Administration

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists

NR 15 = Norma Regulamentadora n° 15, aprovada pela Portaria 3214, de 08 de junho de 1978 – Ministério do Trabalho e Emprego

CE(I)50 = Concentração nominal ou real da amostra que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição, nas condições do ensaio

Clp(I)50% = Concentração que causa efeito a 50% dos organismos em 36h de exposição nas condições de ensaio

CL50 = Concentração da amostra nominal que causa efeito na sobrevivência de 50% dos organismos teste, nas condições de ensaio

FT (Fator de Toxicidade) = Menor valor de diluição da amostra na qual não se observa imobilidade maior que 10% nos organismos expostos

OD = Oxigênio dissolvido

CENO (I) = Maior concentração nominal da amostra que não causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário, sobrevivência ou reprodução dos organismos nas condições do ensaio

CEO (I) = Menor concentração nominal da amostra que causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário, sobrevivência ou reprodução dos organismos nas condições de ensaio

VC = Média geométrica da CENO (I) e CEO (I)

Observações gerais

Os parâmetros vide legislação ou norma não são contemplados na interpretação dos resultados.

As análises foram realizadas na unidade Rio de Janeiro.

Código de Autenticidade

Chave para validação da autenticidade deste documento: 44693862507d2f05ae941bc41bec7ba2

Para verificar a autenticidade deste relatório acesse o portal: <https://portal.mylimsweb.com/>

Abrangência

O(s) resultado(s) apresentados possui(em) significação restrita e se aplica tão somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração. Reprodução parcial somente com prévia autorização.

Quando a amostragem é de responsabilidade do Cliente, qualquer desvio identificado na etapa de conferência é previamente informado ao cliente para a aprovação e continuidade do processo. Neste caso, a validade dos resultados dos ensaios pode ser afetada.

As amostras são processadas conforme entregues pelo cliente.

Data de realização das análises

No caso da amostragem ter sido realizada pela Oceanus, todas as análises são executadas dentro do prazo de validade estabelecido pelo Standard Methods e/ou outra norma aplicável em sua última revisão.

Plano de Amostragem

Plano de Amostragem 4314/2020. Procedimento HQ-POP-081 (Coleta, Preservação, Transporte, Armazenamento e Recebimento de Amostras).

Prazo de Retenção da(s) amostras(s)

A(s) amostra(s) tem um prazo de guarda de 10 dias corridos após a emissão do Relatório de Ensaio, exceto para a(s) amostra(s) perecível(is) – descarte imediato.

Parâmetros, Norma e/ou Procedimento

RELATÓRIO DE ENSAIO: 21113/2020-1.0

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA

Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450 Tel: (21) 3293-7000

www.oceanus.bio.br oceanus@oceanus.bio.br

PÁGINA 3 de 4

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / BA



Merúrio - ICP-MS: EPA 6020 B / 3051 A
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 3051 A

RESPONSÁVEIS	
--------------	--

Relatório emitido por:	Soane de Sá Rodrigues
------------------------	-----------------------

Relatório revisado por:	Daniel Farias
-------------------------	---------------

Responsável técnico:	
----------------------	--

Edson Felipe Souza Ladeira, B.Sc.
Gerente Técnico
CRQ nº03155685 – 3ª Região

Ronaldo Leão Guimarães
Gerente Técnico
CRBio nº02339/85



LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

Nº da Amostra: 21113/2020-1.0

Cliente: Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento	
Data de recebimento: 27/02/2020	
Código: 1083293	Identificação da Amostra: MATERIAL 2020 - ILHA DO ARAÚJO I - C-48CM

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	Sim
Termômetro utilizado	TI-004
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Os frascos de VOC/BTEX estavam isentos de bolhas?	---
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Observações	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?

Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

4.8.15

M-01

Data de emissão: 20/07/2010

Facilec

CADEIA DE CUSTÓDIA - CC

Ass: João

Informações da Matriz

Evento: LACTEC

Endereço: Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - RJ - CEP: 20250-450

Telefone: (21) 2503-8392

Informações da Filial

Evento: 4.8.15

Endereço: Rua João Leite de Oliveira, 150, Encosta do Sol - Juiz de Fora - MG - CEP: 36083-012

Telefone: (31) 36083-012

Descrição das Amostras		Procedimento		Data de Coleta		Data de Entrega	
Nº	Descrição	Procedimento	Data de Coleta	Data de Entrega	Nº	Descrição	Data de Entrega
1	Matriz: 20.0 - 10.0	Procedimento: 10.0	20.07.2010	20.07.2010	1	Matriz: 20.0 - 10.0	20.07.2010
2	Matriz: 20.0 - 10.0	Procedimento: 10.0	20.07.2010	20.07.2010	2	Matriz: 20.0 - 10.0	20.07.2010
3	Matriz: 20.0 - 10.0	Procedimento: 10.0	20.07.2010	20.07.2010	3	Matriz: 20.0 - 10.0	20.07.2010
4	Matriz: 20.0 - 10.0	Procedimento: 10.0	20.07.2010	20.07.2010	4	Matriz: 20.0 - 10.0	20.07.2010
5	Matriz: 20.0 - 10.0	Procedimento: 10.0	20.07.2010	20.07.2010	5	Matriz: 20.0 - 10.0	20.07.2010
6	Matriz: 20.0 - 10.0	Procedimento: 10.0	20.07.2010	20.07.2010	6	Matriz: 20.0 - 10.0	20.07.2010

Ass: João

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA.

CNPJ: 28.383.180/0001-89

TEL: 2503-8392

Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - RJ - CEP: 20250-450

Ass: João



RELATÓRIO DE ENSAIO: 21114/2020 - A - 1.0

Proposta Comercial 3344/2019-3

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento
Endereço:	Rodovia BR-116, s/n, Jardim Das Américas - Curitiba/PR - CEP: 81.531-980
Nome do Solicitante:	Letícia de Pierri
Dados para contato:	41 3361-6958 leticia.pierri@lactec.org.br

DADOS REFERENTES À AMOSTRA	
Identificação do ponto: MATERIAL 2020 - ILHA DO ARAÚJO II - 0-66CM	
ID do Projeto: Não Informado	Referência Oceanus: 1083294
Matriz: Solo	Data da amostragem: 04/02/2020 17:53
Data de emissão do R.E.: 16/03/2020	Data de recebimento: 27/02/2020
Tipo de Coleta: Simples	Coletor: Cliente
Temperatura de recebimento (°C): <5	

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Metais
Início dos Ensaios: 27/02/2020

Parâmetros	Unidade	LD	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados
Alumínio Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	11985,00
Vanádio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	42,1480
Cromo Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	48,0842
Manganês Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	720,864
Cobalto Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	9,1105
Níquel Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	14,5
Cobre Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	15,0
Ferro Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	32559,9
Zinco Total	mg/Kg	1,50	5,0	10	45,4
Arsênio Total	mg/Kg	0,003	0,01	10	7,9130
Selênio Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	4,20
Molibdênio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Prata Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Cádmio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	<0,0500
Estanho Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	N.D
Antimônio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Bário Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	114,094
Chumbo Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	13,320
Mercurio Total	mg/Kg	0,0027	0,009	10	<0,009

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

RELATÓRIO DE ENSAIO: 21114/2020-1.0

PÁGINA 1 de 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA
Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450 Tel: (21) 3293-7000
www.oceanus.bio.br oceanus@oceanus.bio.br

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / BA

LCS Mercúrio					
Parâmetros	Código da Amostra	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da Corrida Analítica
Mercúrio (Hg)	1148870	%	114	80 - 120	2089/2020

LCS Metais					
Parâmetros	Código da Amostra	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da Corrida Analítica
Lítio (Li)	1145924	%	114	80 - 120	2037/2020
Berílio (Be)	1145924	%	110	80 - 120	2037/2020
Boro (B)	1145924	%	106	80 - 120	2037/2020
Sódio (Na)	1145924	%	104	80 - 120	2037/2020
Magnésio (Mg)	1145924	%	103	80 - 120	2037/2020
Alumínio (Al)	1145924	%	100	80 - 120	2037/2020
Fósforo (P)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Potássio (K)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Cálcio (Ca)	1145924	%	102	80 - 120	2037/2020
Titânio (Ti)	1145924	%	110	80 - 120	2037/2020
Vanádio (V)	1145924	%	112	80 - 120	2037/2020
Cromo (Cr)	1145924	%	103	80 - 120	2037/2020
Manganês (Mn)	1145924	%	98	80 - 120	2037/2020
Ferro (Fe)	1145924	%	96	80 - 120	2037/2020
Cobalto(Co)	1145924	%	94	80 - 120	2037/2020
Níquel (Ni)	1145924	%	93	80 - 120	2037/2020
Cobre (Cu)	1145924	%	112	80 - 120	2037/2020
Zinco (Zn)	1145924	%	111	80 - 120	2037/2020
Arsênio (AS)	1145924	%	94	80 - 120	2037/2020
Selênio (Se)	1145924	%	108	80 - 120	2037/2020
Estrôncio (Sr)	1145924	%	95	80 - 120	2037/2020
Molibdênio (Mo)	1145924	%	92	80 - 120	2037/2020
Prata (Ag)	1145924	%	93	80 - 120	2037/2020
Cádmio (Cd)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Estanho (Sn)	1145924	%	88	80 - 120	2037/2020
Antimônio (Sb)	1145924	%	108	80 - 120	2037/2020
Bário (Ba)	1145924	%	106	80 - 120	2037/2020
Silício (Si)	1145924	%	120	80 - 120	2037/2020
Tálio (Tl)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020
Chumbo (Pb)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020
Urânio (U)	1145924	%	111	80 - 120	2037/2020
Enxofre (S)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020

INFORMAÇÕES RELEVANTES



Legenda:

*Serviço Subcontratado

USEPA = United States Environment Protection Agency

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NC = Não calculável

NMP = Número Mais Provável

NO = Não Objetável

PAH = Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

PCB = Polychlorinated Biphenyls

POC = Pesticidas Organoclorados

POF = Pesticidas Organofosforados

SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 23rd Edition - 2017

TPH = Total Petroleum Hydrocarbons

UFC = Unidades Formadoras de Colônia

VMP = Valor Máximo Permitido

VOC = Volatile Organic Compound

SVOC = Semi-volatile Organic Compound

NIOSH = National Institute for Occupational Safety and Health

OSHA = Occupational Safety and Health Administration

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists

NR 15 = Norma Regulamentadora nº 15, aprovada pela Portaria 3214, de 08 de junho de 1978 – Ministério do Trabalho e Emprego

CE(I)50 = Concentração nominal ou real da amostra que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição, nas condições do ensaio

Clp(I)50% = Concentração que causa efeito a 50% dos organismos em 36h de exposição nas condições de ensaio

CL50 = Concentração da amostra nominal que causa efeito na sobrevivência de 50% dos organismos teste, nas condições de ensaio

FT (Fator de Toxicidade) = Menor valor de diluição da amostra na qual não se observa imobilidade maior que 10% nos organismos expostos

OD = Oxigênio dissolvido

CENO (I) = Maior concentração nominal da amostra que não causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário, sobrevivência ou reprodução dos organismos nas condições do ensaio

CEO (I) = Menor concentração nominal da amostra que causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário, sobrevivência ou reprodução dos organismos nas condições de ensaio

VC = Média geométrica da CENO (I) e CEO (I)

Observações gerais

Os parâmetros vide legislação ou norma não são contemplados na interpretação dos resultados.

As análises foram realizadas na unidade Rio de Janeiro.

Código de Autenticidade

Chave para validação da autenticidade deste documento: 4f6f4ed5e4e0c343941c8480585915ee

Para verificar a autenticidade deste relatório acesse o portal: <https://portal.mylimsweb.com/>

Abrangência

O(s) resultado(s) apresentados possui(em) significação restrita e se aplica tão somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração. Reprodução parcial somente com prévia autorização.

Quando a amostragem é de responsabilidade do Cliente, qualquer desvio identificado na etapa de conferência é previamente informado ao cliente para a aprovação e continuidade do processo. Neste caso, a validade dos resultados dos ensaios pode ser afetada.

As amostras são processadas conforme entregues pelo cliente.

Data de realização das análises

No caso da amostragem ter sido realizada pela Oceanus, todas as análises são executadas dentro do prazo de validade estabelecido pelo Standard Methods e/ou outra norma aplicável em sua última revisão.

Plano de Amostragem

Plano de Amostragem 4314/2020. Procedimento HQ-POP-081 (Coleta, Preservação, Transporte, Armazenamento e Recebimento de Amostras).

Prazo de Retenção da(s) amostras(s)

A(s) amostra(s) tem um prazo de guarda de 10 dias corridos após a emissão do Relatório de Ensaio, exceto para a(s) amostra(s) perecível(is) – descarte imediato.

Parâmetros, Norma e/ou Procedimento

RELATÓRIO DE ENSAIO: 21114/2020-1.0

PÁGINA 3 de 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA

Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450 Tel: (21) 3293-7000

www.oceanus.bio.br oceanus@oceanus.bio.br

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / BA



Merúrio - ICP-MS: EPA 6020 B / 3051 A
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 3051 A

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Soane de Sá Rodrigues

Relatório revisado por: Daniel Farias

Responsável técnico:

Edson Felipe Souza Ladeira, B.Sc.
Gerente Técnico
CRQ nº03155685 – 3ª Região

Ronaldo Leão Guimarães
Gerente Técnico
CRBio nº02339/85



LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

Nº da Amostra: 21114/2020-1.0

Cliente: Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento	
Data de recebimento: 27/02/2020	
Código: 1083294	Identificação da Amostra: MATERIAL 2020 - ILHA DO ARAÚJO II - 0-66CM

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	Sim
Termômetro utilizado	TI-004
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Os frascos de VOC/BTEX estavam isentos de bolhas?	---
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Observações	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?

Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira



RELATÓRIO DE ENSAIO: 21110/2020 - A - 1.0

Proposta Comercial 3344/2019-3

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento
Endereço:	Rodovia BR-116, s/n, Jardim Das Américas - Curitiba/PR - CEP: 81.531-980
Nome do Solicitante:	Letícia de Pierri
Dados para contato:	41 3361-6958 leticia.pierri@lactec.org.br

DADOS REFERENTES À AMOSTRA	
Identificação do ponto: MATERIAL 2020 - 0-24CM	
ID do Projeto: Não Informado	Referência Oceanus: 1083290
Matriz: Solo	Data da amostragem: 12/02/2020 09:40
Data de emissão do R.E.: 16/03/2020	Data de recebimento: 27/02/2020
Tipo de Coleta: Simples	Coletor: Cliente
Temperatura de recebimento (°C): <5	

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

Metais
Início dos Ensaios: 27/02/2020

Parâmetros	Unidade	LD	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados
Alumínio Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	18921,89
Vanádio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	67,0843
Cromo Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	79,3575
Manganês Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	1595,898
Cobalto Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	11,1421
Níquel Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	18,0
Cobre Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	24,6
Ferro Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	57857,8
Zinco Total	mg/Kg	1,50	5,0	10	61,6
Arsênio Total	mg/Kg	0,003	0,01	10	12,2589
Selênio Total	mg/Kg	0,15	0,5	10	6,84
Molibdênio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Prata Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	0,408
Cádmio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	0,0590
Estanho Total	mg/Kg	0,03	0,1	10	N.D
Antimônio Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	N.D
Bário Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	137,389
Chumbo Total	mg/Kg	0,015	0,05	10	21,373
Mercúrio Total	mg/Kg	0,0027	0,009	10	<0,009

CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICO DA AMOSTRA

RELATÓRIO DE ENSAIO: 21110/2020-1.0

PÁGINA 1 de 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA
Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450 Tel: (21) 3293-7000
www.oceanus.bio.br oceanus@oceanus.bio.br

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / BA

LCS Mercúrio					
Parâmetros	Código da Amostra	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da Corrida Analítica
Mercúrio (Hg)	1148870	%	114	80 - 120	2089/2020

LCS Metais					
Parâmetros	Código da Amostra	Unidade	Resultados	Faixa Aceitável de Recuperação	ID da Corrida Analítica
Lítio (Li)	1145924	%	114	80 - 120	2037/2020
Berílio (Be)	1145924	%	110	80 - 120	2037/2020
Boro (B)	1145924	%	106	80 - 120	2037/2020
Sódio (Na)	1145924	%	104	80 - 120	2037/2020
Magnésio (Mg)	1145924	%	103	80 - 120	2037/2020
Alumínio (Al)	1145924	%	100	80 - 120	2037/2020
Fósforo (P)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Potássio (K)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Cálcio (Ca)	1145924	%	102	80 - 120	2037/2020
Titânio (Ti)	1145924	%	110	80 - 120	2037/2020
Vanádio (V)	1145924	%	112	80 - 120	2037/2020
Cromo (Cr)	1145924	%	103	80 - 120	2037/2020
Manganês (Mn)	1145924	%	98	80 - 120	2037/2020
Ferro (Fe)	1145924	%	96	80 - 120	2037/2020
Cobalto(Co)	1145924	%	94	80 - 120	2037/2020
Níquel (Ni)	1145924	%	93	80 - 120	2037/2020
Cobre (Cu)	1145924	%	112	80 - 120	2037/2020
Zinco (Zn)	1145924	%	111	80 - 120	2037/2020
Arsênio (AS)	1145924	%	94	80 - 120	2037/2020
Selênio (Se)	1145924	%	108	80 - 120	2037/2020
Estrôncio (Sr)	1145924	%	95	80 - 120	2037/2020
Molibdênio (Mo)	1145924	%	92	80 - 120	2037/2020
Prata (Ag)	1145924	%	93	80 - 120	2037/2020
Cádmio (Cd)	1145924	%	101	80 - 120	2037/2020
Estanho (Sn)	1145924	%	88	80 - 120	2037/2020
Antimônio (Sb)	1145924	%	108	80 - 120	2037/2020
Bário (Ba)	1145924	%	106	80 - 120	2037/2020
Silício (Si)	1145924	%	120	80 - 120	2037/2020
Tálio (Tl)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020
Chumbo (Pb)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020
Urânio (U)	1145924	%	111	80 - 120	2037/2020
Enxofre (S)	1145924	%	99	80 - 120	2037/2020

INFORMAÇÕES RELEVANTES



Legenda:

*Serviço Subcontratado

USEPA = United States Environment Protection Agency

ID = Identificação

LCS = Laboratory Control Sample

LD = Limite de Detecção

LQ = Limite de Quantificação

NA = Não Aplicável

ND = Não Detectável

NC = Não calculável

NMP = Número Mais Provável

NO = Não Objetável

PAH = Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

PCB = Polychlorinated Biphenyls

POC = Pesticidas Organoclorados

POF = Pesticidas Organofosforados

SMWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 23rd Edition - 2017

TPH = Total Petroleum Hydrocarbons

UFC = Unidades Formadoras de Colônia

VMP = Valor Máximo Permitido

VOC = Volatile Organic Compound

SVOC = Semi-volatile Organic Compound

NIOSH = National Institute for Occupational Safety and Health

OSHA = Occupational Safety and Health Administration

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists

NR 15 = Norma Regulamentadora n° 15, aprovada pela Portaria 3214, de 08 de junho de 1978 – Ministério do Trabalho e Emprego

CE(I)50 = Concentração nominal ou real da amostra que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição, nas condições do ensaio

Clp(I)50% = Concentração que causa efeito a 50% dos organismos em 36h de exposição nas condições de ensaio

CL50 = Concentração da amostra nominal que causa efeito na sobrevivência de 50% dos organismos teste, nas condições de ensaio

FT (Fator de Toxicidade) = Menor valor de diluição da amostra na qual não se observa imobilidade maior que 10% nos organismos expostos

OD = Oxigênio dissolvido

CENO (I) = Maior concentração nominal da amostra que não causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário, sobrevivência ou reprodução dos organismos nas condições do ensaio

CEO (I) = Menor concentração nominal da amostra que causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário, sobrevivência ou reprodução dos organismos nas condições de ensaio

VC = Média geométrica da CENO (I) e CEO (I)

Observações gerais

Os parâmetros vide legislação ou norma não são contemplados na interpretação dos resultados.

As análises foram realizadas na unidade Rio de Janeiro.

Código de Autenticidade

Chave para validação da autenticidade deste documento: 1ecb71138c88a64c147e4853b76d9586

Para verificar a autenticidade deste relatório acesse o portal: <https://portal.mylimsweb.com/>

Abrangência

O(s) resultado(s) apresentados possui(em) significação restrita e se aplica tão somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração. Reprodução parcial somente com prévia autorização.

Quando a amostragem é de responsabilidade do Cliente, qualquer desvio identificado na etapa de conferência é previamente informado ao cliente para a aprovação e continuidade do processo. Neste caso, a validade dos resultados dos ensaios pode ser afetada.

As amostras são processadas conforme entregues pelo cliente.

Data de realização das análises

No caso da amostragem ter sido realizada pela Oceanus, todas as análises são executadas dentro do prazo de validade estabelecido pelo Standard Methods e/ou outra norma aplicável em sua última revisão.

Plano de Amostragem

Plano de Amostragem 4314/2020. Procedimento HQ-POP-081 (Coleta, Preservação, Transporte, Armazenamento e Recebimento de Amostras).

Prazo de Retenção da(s) amostras(s)

A(s) amostra(s) tem um prazo de guarda de 10 dias corridos após a emissão do Relatório de Ensaio, exceto para a(s) amostra(s) perecível(is) – descarte imediato.

Parâmetros, Norma e/ou Procedimento

RELATÓRIO DE ENSAIO: 21110/2020-1.0

PÁGINA 3 de 4

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA

Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450 Tel: (21) 3293-7000

www.oceanus.bio.br oceanus@oceanus.bio.br

Anexo: HQ-ANE-086/ rev 0 /Data: 04/03/08 / BA



Merúrio - ICP-MS: EPA 6020 B / 3051 A
Metais Totais - ICP-MS: EPA 6020 B / 3051 A

RESPONSÁVEIS

Relatório emitido por: Soane de Sá Rodrigues

Relatório revisado por: Daniel Farias

Responsável técnico:

Edson Felipe Souza Ladeira, B.Sc.
Gerente Técnico
CRQ nº03155685 – 3ª Região

Ronaldo Leão Guimarães
Gerente Técnico
CRBio nº02339/85



LISTA DE VERIFICAÇÃO DE RECEBIMENTO DE AMOSTRAS

N° da Amostra: 21110/2020-1.0

Cliente: Instituto de Tecnologia Para O Desenvolvimento	
Data de recebimento: 27/02/2020	
Código: 1083290	Identificação da Amostra: MATERIAL 2020 - 0-24CM

Amostra acondicionada adequadamente?	Sim
Caixa ou embalagem das amostras está fechada e não apresenta sinais de violação?	Sim
Os frascos ou embalagens contendo diretamente as amostras estão íntegros?	Sim
Os rótulos e cadeia de custódia identificam as amostras?	Sim
A cadeia de custódia coincide com a proposta comercial?	Sim
Termômetro utilizado	TI-004
Amostra está dentro da validade para todos os parâmetros?	Sim
Os frascos de VOC/BTEX estavam isentos de bolhas?	---
Há quantidade de amostra suficiente para todas as análises?	Sim
Os frascos eram apropriados para o tipo de análise?	Sim
Observações	---

As irregularidades de recebimento foram notificadas?

Notificação enviada para: _____ Data: _____

Comentários:

Responsável pelo recebimento: Lucas Ferreira

CENTRO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL OCEANUS LTDA

MATRIZ:
Rua Aristides Lobo, 30, Rio Comprido
Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20250-450

FILIAL:
Rua João Leite de Oliveira, 150, Encosta do Sol
Juiz de Fora - MG, CEP: 36083-012

FILIAL:
Rua Conselheiro de Moreira Barros, 1485, Santana
São Paulo - SP - CEP: 02430-000

ANEXO 3 – LAUDOS LABORATORIAIS DA ANÁLISE DE ROTINA DE FERTILIDADE DO SOLO



AgriSolum
ANÁLISES AGRONÔMICAS

Nome: LACTEC

Propriedade: LACTEC

Matrícula:

Município: Governador Valadares - MG

Área (ha): 0 ha

Data da Coleta: 12/02/2020

Entrada: 21/02/2020

Saída: 04/03/2020

Chave de Acesso: 119cd16761

Laudo: 554/2020

Análise de Solo - Resultados Analíticos

Cod. Lab.	Descrição das amostras	Profundidade	Talhão	Área	Cultura
679	Material 2020 (12/02/2020 - 9:40)	00 - 24 CM			

Determinações	Unidade	679			
pH (H ₂ O)		6,4			
pH CaCl ₂		5,9			
pH SMP		6,8			
Hidrogenio + Alumínio (H ⁺ + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,80			
Alumínio (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,00			
Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,51			
Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,89			
Potássio (K ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,12			
SB (Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K ⁺ + Na ⁺)	cmol _c dm ⁻³	3,52			
CTC pH 7,0 (SB + H ⁺ + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	6,32			
CTC Efetiva (SB + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	3,52			
Carbono (C)	g dm ⁻³	13,02			
Matéria Orgânica (MO)	%	2,24			
Fósforo Mehlich I (P meh)	mg dm ⁻³	11,16			
Fósforo Resina (P res)	mg dm ⁻³	ns			
Fósforo Remanescente (P rem)	mg dm ⁻³	ns			
Enxofre (S)	mg dm ⁻³	ns			
Boro (B)	mg dm ⁻³	ns			
Cobre (Cu ²⁺)	mg dm ⁻³	9,18			
Ferro (Fe ²⁺)	mg dm ⁻³	2767,77			
Manganes (Mn ²⁺)	mg dm ⁻³	1299,52			
Zinco (Zn ²⁺)	mg dm ⁻³	25,02			
Sódio (Na ⁺)	mg dm ⁻³	ns			
Calcio (Ca ²⁺)	%	39,72			
Magnésio (Mg ²⁺)	%	14,08			
Potássio (K ⁺)	%	1,90			
Alumínio (m)	%	0,00			
Hidrogenio (H ⁺)	%	44,30			
Saturação por Bases (V)	%	55,70			
Ca/Mg		2,82			
Ca/K		20,92			
Mg/K		7,42			
K\Ca+Mg		0,07			

Observações:

- Determinações Analíticas: Mehlich I: K, P, Cu, Fe, Mn e Zn; KCl 1 M: Al, Ca e Mg; SMP: H + Al; Água quente: B; Fósforo de Cálcio Monobásico: S; Walkley-Black: C.
- Os valores analíticos referem-se a amostra disponibilizada pelo interessado.



Eng. Agr. Simone Lemes de Souza
PR-71818/D
Responsável Técnica



AgriSolum
ANÁLISES AGRONÔMICAS

Nome: LACTEC

Propriedade: LACTEC

Matrícula:

Município: Governador Valadares - MG

Área (ha): 0 ha

Data da Coleta: 04/02/2020

Entrada: 21/02/2020

Saída: 04/03/2020

Chave de Acesso: 119cd16761

Laudo: 554/2020

Análise de Solo - Resultados Analíticos

Cod. Lab.	Descrição das amostras	Profundidade	Talhão	Área	Cultura
682	Material 2020 - Ilha do Araujo I (04/02/2020 - 17:50)	00 - 48 CM			
683	Material 2020 - Ilha do Araujo II (04/02/2020 - 17:53)	00 - 66 CM			

Determinações	Unidade	682	683			
pH (H ₂ O)		7,2	6,4			
pH CaCl ₂		6,1	6,0			
pH SMP		7,1	7,2			
Hidrogenio + Alumínio (H ⁺ + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,22	2,09			
Alumínio (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,00			
Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	3,38	1,64			
Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,74	0,62			
Potássio (K ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,14	0,09			
SB (Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K ⁺ + Na ⁺)	cmol _c dm ⁻³	4,26	2,35			
CTC pH 7,0 (SB + H ⁺ + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	6,48	4,44			
CTC Efetiva (SB + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	4,26	2,35			
Carbono (C)	g dm ⁻³	9,45	7,22			
Matéria Orgânica (MO)	%	1,63	1,24			
Fósforo Mehlich I (P meh)	mg dm ⁻³	10,73	9,38			
Fósforo Resina (P res)	mg dm ⁻³	ns	ns			
Fósforo Remanescente (P rem)	mg dm ⁻³	ns	ns			
Enxofre (S)	mg dm ⁻³	ns	ns			
Boro (B)	mg dm ⁻³	ns	ns			
Cobre (Cu ²⁺)	mg dm ⁻³	6,60	4,50			
Ferro (Fe ²⁺)	mg dm ⁻³	2599,13	1938,52			
Manganes (Mn ²⁺)	mg dm ⁻³	961,00	559,86			
Zinco (Zn ²⁺)	mg dm ⁻³	18,72	12,60			
Sódio (Na ⁺)	mg dm ⁻³	ns	ns			
Calcio (Ca ²⁺)	%	52,16	36,94			
Magnésio (Mg ²⁺)	%	11,42	13,96			
Potássio (K ⁺)	%	2,16	2,03			
Alumínio (m)	%	0,00	0,00			
Hidrogenio (H ⁺)	%	34,26	47,07			
Saturação por Bases (V)	%	65,74	52,93			
Ca/Mg		4,57	2,65			
Ca/K		24,14	18,22			
Mg/K		5,29	6,89			
K\Ca+Mg		0,07	0,06			

Observações:

- Determinações Analíticas: Mehlich I: K, P, Cu, Fe, Mn e Zn; KCl 1 M: Al, Ca e Mg; SMP: H + Al; Água quente: B; Fósforo de Cálcio Monobásico: S; Walkley-Black: C.
- Os valores analíticos referem-se a amostra disponibilizada pelo interessado.



Eng. Agr. Simone Lemes de Souza
PR-71818/D
Responsável Técnica

ANEXO 4 – LAUDOS LABORATORIAIS DA ANÁLISE MINERALÓGICA POR DRX

CERTIFICADO DE ANÁLISE

CER EC 2186/2020

Emissão: 17/03/2020

Orçamento:	-/-	Protocolo:	-/-	Data da Entrada:	20/02/2020
Nome do solicitante:	Letícia de Pierri				
Nome do cliente:	Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Doce				
Endereço do cliente:	-/-				
Cidade:	-/-				
Executante:	Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 Jardim das Américas Caixa Postal 19067 CEP 81531-980 Curitiba – Paraná – Brasil Bruna Gomes Dias – bruna.dias@lactec.org.br Área de Estruturas Cívis T + 55 (41) 3361-6345				
Amostrador:	A amostragem foi realizada pelo solicitante				
Plano de Amostragem:	-/-				
Metodologia:	Análise mineralógica qualitativa por difratometria de raios-X, utilizando um difratômetro de raios X D8 Advance, marca Bruker. As amostras foram secas em estufa à 40°C por 10 dias, previamente moídas em moinho de bolas de alta energia, marca Retsch, e peneiradas na malha 100, abertura 0,150 mm. Método: pó total prensado (back loading).				
Quantidade de Amostras:	9				
Condições Ambientais:	Temperatura do laboratório 21±2°C				

Equipe Técnica	Signatários
Bruna Gomes Dias Técnica em Química – CRQ IX 09404487 EC/Área de Estruturas Cívis Mariana D'Orey Gaivão Portella Bragança D.Sc. Engenharia Ambiental EC/Área de Estruturas Cívis Fabrício Alves Mendes Estagiário - Geologia EC/Área de Estruturas Cívis	Revisão:  Jeferson Luiz Bronholo EC/Área de Estruturas Cívis Aprovação:  Betina Lepretti Medeiros Gerente EC/Área de Estruturas Cívis

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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
 Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE

CER EC 2186/2020

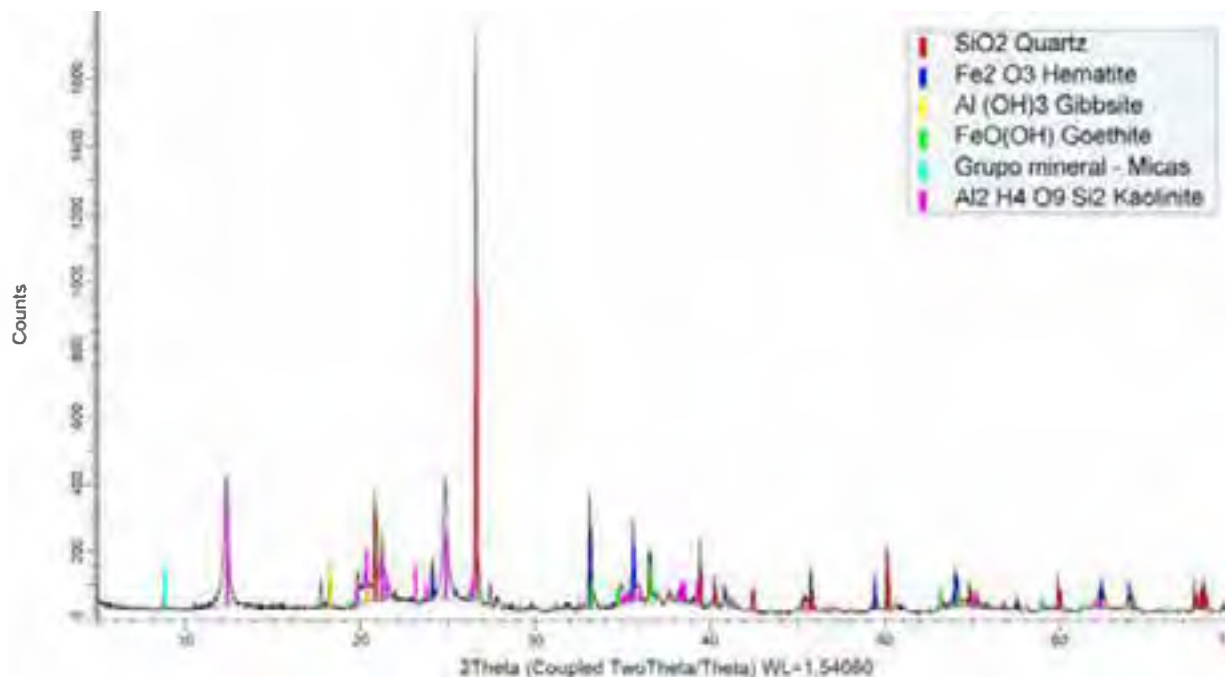
Emissão: 17/03/2020

Os minerais foram identificados por comparação com os padrões do banco de dados COD (Crystallography Open Database). Além das fases mineralógicas encontradas, há uma ou mais fases que não foram identificadas por comparação com os padrões, em função das suas baixas concentrações nas amostras analisadas.

Identificação da amostra:	3.0031.20
Amostra:	Solo
Origem:	Material 2020
Parâmetros:	Passo de 0,01°. Velocidade de passo igual a 0,2 p.s ⁻¹

RESULTADOS

Difratograma



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

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

Centro Politécnico da UFPR - Caixa Postal 19067 - CEP 81531-980 - Curitiba/PR
Fone: +55 41 3361 6200 | www.institutoslactec.org.br



www.institutoslactec.org.br

CONTATO

Leonardo Pussieldi Bastos
Divisão de Meio Ambiente
T + 55 (41) 3361-6882
leonardo.bastos@lactec.org.br