institutos lactec
INOVADORES POR NATUREZA

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

Atualização Linha-Base Ambientes Costeiros

Institutos Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Junho/2019

institutos lactec
INOVADORES POR NATUREZA

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

Atualização Linha-Base Ambientes Costeiros

Institutos Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Junho/2019

Documento:	Atualização Linha-Base – Ambientes Costeiros	
Considerações Gerais:	Este documento refere-se à atualização do relatório de linha-base até outubro de 2018, quanto aos ambientes costeiros, 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 a caracterização dos ambientes antes do desastre.	
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:	Institutos 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 dos Institutos Lactec

Emitido por:

_____

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

Aprovado por:

_____

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

_____

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

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

PRESIDÊNCIA		
Luiz Fernando Vianna	Diretor-Presidente	
DIRETORIA		
Lauro Elias Neto	Diretor de Operações Tecnológicas	
Hélio Padilha	Diretor de Desenvolvimento Tecnológico	
Luiz Fernando Vianna	Diretor Administrativo-Financeiro	
GERÊNCIA DE SEGMENTO		
André Ricardo Capra	MSc., Engenheiro Mecânico	Ensaios e Análises Laboratoriais
Luiz Alkimin de Lacerda	DSc., Engenheiro Civil	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Tania Lucia Graf de Miranda	DSc., Engenheira Agrônoma	Serviços Tecnológicos e Inovação
GERÊNCIA DE ÁREA		
Betina Lepretti Medeiros	MSc., Engenheira Civil	Estruturas Civis
Fabiano Scheer Hainosz	MSc. Engenheiro Cartógrafo	Geossoluções
Guilherme Cunha da Silva	DSc., 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	DSc., Engenheiro Civil	Coordenação Técnica
Tania Lucia Graf de Miranda	DSc., Engenheira Agrônoma	Coordenação Técnica
Gleiciane Fernanda de Carvalho Blanc	MSc., Engenheira Ambiental	Coordenação Executiva
GESTÃO E ACOMPANHAMENTO		
Franciele Dãobroski	Esp., Eng. Eletricista	Analista de Projeto
Guilherme de Poli	Administrador de Empresas	Analista de Projeto
EQUIPE EXECUTORA		
Ana Paula Zampieri da Silva	Téc. em Geoprocessamento	Geoprocessamento
Cesar João Andreazza	Analista de Sistemas	Geoprocessamento
Danielle Drago	Engenheira Cartógrafa	Geoprocessamento
Edson Haruo Yoshizumi	Téc. em Geoprocessamento	Geoprocessamento
Lázaro Filipe de Souza	Geógrafo	Geoprocessamento
Maricler Toigo	Esp., Analista de Sistemas	Geoprocessamento
Peterson da Silva Beherend	Técnico em Geoprocessamento	Geoprocessamento

Yuri Arnold Gruber	Engenheiro Civil	Geoprocessamento
Karime Dawidziak Piazzetta	MSc., Processos Ambientais	Qualidade do Ar
Luis Eduardo Soares Mayer	Geógrafo	Qualidade do Ar
Alika Solange Ferraro Pires	MSc., Engenheira Química	Saneamento
Bruna Pereira de Souza	MSc., Engenheira Ambiental	Saneamento e Fontes de Poluição
Ellen Christine Prestes Ferronato	Esp., Engenheira Ambiental	Saneamento
Thiago Carvalho de Mello	MSc., Engenheiro Químico	Fontes de Poluição
Betina Lepretti Medeiros	MSc., Engenheira Civil	Caracterização do rejeito
Bruno Endo Ribeiro	Engenheiro Civil	Caracterização do rejeito
Kleber Franke Portella	Dr., Químico	Caracterização do rejeito
Mariana D´Orey Gaivão Portella Bragança	Dra., Engenheira Ambiental	Caracterização do rejeito
Joubert Weigert Favaro	Engenheiro Ambiental	Geotecnia e Caracterização do Rejeito
José Henrique Ferronato Pretto	M.Sc., Engenheiro Civil	Geotecnia e Caracterização do Rejeito
Marcelo Buras	M.Sc., Engenheiro Civil	Geotecnia e Caracterização do Rejeito
Rodrigo Moraes da Silveira	Dr., Engenheiro Civil	Geotecnia e Caracterização do Rejeito
Antônio Carlos Vargas Motta	Dr., Engenheiro Agrônomo	Solos
Araína Hulmann Batista	Dra., Engenheira Agrônoma	Solos
Bernardo Lipski	MSc., Engenheiro Agrônomo	Solos
Letícia de Pierri	Dra., Engenheira Agrônoma	Solos
Fernando Mainardi Fan	Dr., Engenheiro Ambiental	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Hugo de Oliveira Fagundes	M.Sc., Engenheiro Ambiental	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Irani dos Santos	Dr., Geógrafo	Hidrologia e Hidrossedimentologia
João Batista Dias de Paiva	Dr., Engenheiro Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
João Paulo Jankowski Saboia	M.Sc., Engenheiro Ambiental	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Julio Werner Yoshioka Bernardo	M.Sc., Engenheiro Ambiental	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Rodrigo Cauduro Dias de Paiva	Dr., Engenheiro Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Rosana de Fátima Colaço Gibertoni	M.Sc., Engenheira Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Rubem Luiz Daru	D.Sc., Engenheiro Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Tobias Bernward Bleninger	Dr., Engenheiro Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Gheysa do Rocio Morais Pires	M.Sc., Química Ambiental	Qualidade dos Sedimentos
Isabella Françoso Rebutini Figueira	Dra., Geóloga	Geologia, Qualidade dos Sedimentos e Caracterização do Rejeito

Ernesto Goldfarb Figueira	MSc., Geólogo	Águas subterrâneas, geologia, Espeleologia, Qualidade dos Sedimentos, Solos e Caracterização do Rejeito.
André Virmond Lima Bittencourt	Dr., Engenheiro Químico	Águas Subterrâneas
Ana Carolina Canossa Becker	Engenheira Civil	Águas Superficiais Fluviais
Ana Carolina Wosiack	MSc., Bióloga	Águas Superficiais Fluviais
Marianne Schaefer França Sieciechowicz	MSc., Engenheira Ambiental	Águas Superficiais Fluviais
Nicole Machuca Brassac de Arruda	Dra., Bióloga	Águas Superficiais Fluviais
Alexandre Brandelli	MSc., Oceanólogo	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Emilio Marcelo Dolichney	BSc., Oceanógrafo	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Fernando Luiz Diehl	MSc., Oceanógrafo	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Josiane Rovedder	MSc., Bióloga	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Luciano Hermanns	Dr., Oceanólogo	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Ludmilla Dias Vincula Veado	Msc., Oceanógrafa	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras e Zooplâncton
Rafaela Michels da Silveira	MSc., Oceanógrafa	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Susan da Silva	Tecnóloga em Gestão Ambiental	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Tomaz Bohrer Brentano	Engenheiro Ambiental	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Priscila Izabel Tremarin	Dra., Bióloga	Fitoplâncton, Águas Superficiais Fluviais, Estuarinas e Costeiras
Patrícia Dammski Borges de Andrade	MSc., Bióloga	Águas Superficiais Fluviais, Zooplâncton e Cetáceos
Camila Ghilardi Cardoso Fontanella	M.Sc., Bióloga	Macroinvertebrados Aquáticos e Quelônios
Rosemary Aparecida Brogim	Dra., Bióloga	Bentos de Fundo Inconsolidados
Fernando Camargo da Silva	Esp., Engenheiro Florestal	Flora
Juliano José da Silva Santos	MSc., Biólogo	Flora e Espeleologia
Marcelo Alejandro Villegas Vallejos	MSc., Biólogo	Fauna Silvestre
Robson Odeli Espíndola Hack	Esp., Biólogo	Fauna Silvestre e Áreas de Conservação
Luiz Eduardo Macedo Reis	Dr., Biólogo	Entomofauna
Rafael Lucchesi Balestrin	Dr., Biólogo	Herpetofauna Terrestre
Fabrício Locatelli Trein	Esp., Biólogo	Quelônios
Letícia de Paulo Koproski	Dra., Médica Veterinária	Quelônios
Lucas Reinert Laufer Pereira Mendes	Biólogo	Quelônios
Matheus Ferreira de Souza	Médico Veterinário	Quelônios
Raphael Eduardo Fernandes Santos	Esp., Biólogo	Avifauna

Andressa Gatti	Dra., Bióloga	Mastofauna Terrestre
Daniel da Silva Ferraz	Dr., Biólogo	Mastofauna Terrestre
João Eduardo Cavalcanti Brito	MSc., Biólogo	Mastofauna Terrestre
Michel Barros Faria	Dr., Biólogo	Mastofauna Terrestre
Paulo Rogerio Mangini	Dr., Médico Veterinário	Mastofauna Terrestre
Matheus Oliveira Freitas	Dr., Biólogo	Ictiofauna e Pesca
Maurício Belézia de Oliveira	Esp., Biólogo	Ictiofauna e Pesca
Vinícius Abilhoa	Dr., Biólogo	Ictiofauna e Pesca, Bentos de Fundo Consolidados
Leonardo Liberali Wedekin	Dr., Biólogo	Cetáceos
Samira Costa da Silva	MSc., Médica Veterinária	Cetáceos
Luciana Rodrigues de Souza Bastos	Dra., Bióloga	Ecotoxicologia
ESTAGIÁRIOS		
Nayara Caroline Majewski Ulbrich	Agronomia	Solos
Alcides Conte Neto	Estatística	Solos, Águas Superficiais Fluviais, Qualidade de Água e Qualidade de Sedimentos
Angel Aparecida Maia	Geologia	Qualidade dos Sedimentos
Jéssica Cristina Lozovei	Geografia	Qualidade dos Sedimentos
Andressa Muraro	Engenharia Cartográfica	Geoprocessamento
Eliana Vieira de Freitas	Engenharia Cartográfica	Geoprocessamento
Matheus de Andrade Machado	Engenharia Cartográfica	Geoprocessamento
Nilo Kruschelski	Engenharia Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
João Marcos Carvalho	Engenharia Civil	Hidrologia e Hidrossedimentologia
Luiz Guilherme Tatsch Henriqui	Engenharia Ambiental	Ecotoxicologia
Priscila Brum de Camargo	Engenharia Sanitária e Ambiental	Águas Superficiais Estuarinas e Costeiras
Camila da Silva Moreira	Engenharia Química	Saneamento
Karin Thays Ferreira Gomes	Engenharia Química	Saneamento
Esther Dyck	Engenharia Civil	Geotecnia
Natália Nadolny Ungaratti	Engenharia Ambiental	Águas Superficiais Fluviais
Eduardo Miguel Zanette Correia	Ciências Biológicas	Cetáceos
Jaqueline Schmidt	Ciências Biológicas	Zooplâncton
Isabela Martins Hoff Grando	Ciências Biológicas	Zooplâncton
Karina Macagnam	Engenharia Química	Indústrias
Renan José Alberton Disner	Engenharia Ambiental	Indústrias

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo da composição de ecossistemas costeiros e marinhos. 24

Figura 2 – Domínio dos mega-*habitats* no banco de Abrolhos. 25

Figura 3 – Serviços provenientes do ecossistema marinho. 26

Figura 4 – Escalas temporal e espacial vertical das variações do nível do mar. 30

Figura 5 – Representação simplificada da interação entre os efeitos da Lua e do Sol sobre a maré, vista de um ponto acima do Polo Norte. 31

Figura 6 – Variação da densidade (σ_t) em função de *T* e *S*. 34

Figura 7 – Deflexões causadas pelo efeito de Coriolis. 35

Figura 8 – Onda simétrica com dimensões características. 36

Figura 9 – Localização de estação de monitoramento encontrada na região. 37

Figura 10 – Fluxo de trabalho do sistema MIP da EOMAP. 38

Figura 11 – Articulação das cartas náuticas que representam a batimetria da área costeira. 40

Figura 12 – Batimetria do oceano junto à foz do rio Doce (parte da carta náutica "Proximidades da Barra do Riacho"). 40

Figura 13 – Batimetria da área costeira obtida das imagens da missão SRTM. 41

Figura 14 – Localização dos marégrafos na região. 42

Figura 15 – Amplitude máxima da maré, mês a mês, simulada por meio dos constituintes harmônicos da estação Regência do início do ano 2000 até final de 2014. 44

Figura 16 – Localização dos pontos para estimativa dos ventos. 45

Figura 17 – Rosa dos ventos para a localização 1. 47

Figura 18 – Rosa dos ventos para a localização 2. 48

Figura 19 – Rosa dos ventos para a localização 3. 49

Figura 20 – Rosa dos ventos para a localização 4. 50

Figura 21 – Temperatura no mar típicas para cada mês, médias de 2008 a 2015. O ponto azul mostra a localização da foz do rio Doce. 52

Figura 22 – Série temporal de temperatura na boia do programa PIRATA da marinha. 52

Figura 23 – Sub-bacias no litoral do Espírito Santos. 53

Figura 24 – Salinidade típica no ambiente costeiro, médias mensais de 2008 a 2015. O ponto azul indica a foz do rio Doce. 54

Figura 25 – Correntes marítimas verificadas ao longo do globo terrestre. 55

Figura 26 – Dados horários de correntes medidos na região do Emissário de Aracruz Celulose. 56

Figura 27 – Velocidades das correntes residuais na superfície do mar, médias típicas entre 2008 e 2015 para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril. O ponto vermelho indica a foz do rio Doce. 56

Figura 28 – Velocidades das correntes residuais na superfície do mar, médias típicas entre 2008 e 2015 para os meses de maio, junho, julho e agosto. O ponto vermelho indica a foz do rio Doce. 57

Figura 29 – Velocidades das correntes na superfície do mar, médias típicas entre 2008 e 2015 para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. O ponto vermelho indica a foz do rio Doce. 57

Figura 30 – Níveis de turbidez na foz do rio Doce para o percentil 90 (P90), representado por cores, isto é, 10% dos dados de turbidez no período entre 2013 e 2015 são maiores do que os valores do P90. 59

Figura 31 – Níveis de turbidez na foz do rio Doce para o percentil 95 (P95), representado por cores, isto é, 5% dos dados de turbidez no período entre 2013 e 2015 são maiores do que os valores do P95. 60

Figura 32 – Níveis de turbidez na foz do rio Doce para o percentil 99 (P99), representado por cores, isto é, 1% dos dados de turbidez no período entre 2013 e 2015 são maiores do que os valores do P99. 61

Figura 33 – Localização dos dados de qualidade da água resultantes da busca bibliográfica. 65

Figura 34 – Localização dos dados de qualidade da água pré-desastre na região de Abrolhos resultantes da busca bibliográfica. 66

Figura 35 – Valores de temperatura (°C) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 68

Figura 36 – Valores de salinidade verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 68

Figura 37 – Tipologia das massas de água no momento das amostragens dos estudos considerados neste relatório. 69

Figura 38 – Valores de pH verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. ... 70

Figura 39 – Distribuição de três classes de resultados de pH, conforme a tipologia das massas de água. 71

Figura 40 – Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 72

Figura 41 – Distribuição de quatro classes de resultados de OD, conforme a tipologia das massas de água. 73

Figura 42 – Valores de demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 74

Figura 43 – Distribuição de três classes de resultados de DBO5, conforme a tipologia das massas de água. 74

Figura 44 – Valores de sólidos suspensos totais (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 75

Figura 45 – Distribuição de três classes de resultados de SSTs, conforme a tipologia das massas de água. 76

Figura 46 – Valores de turbidez (UNT) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 77

Figura 47 – Distribuição de três classes de resultados de turbidez, conforme a tipologia das massas de água. 77

Figura 48 – Valores de nitrogênio amoniacal (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 78

Figura 49 – Distribuição de quatro classes de resultados de nitrogênio amoniacal, conforme a tipologia das massas de água. 79

Figura 50 – Valores de nitrito (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 80

Figura 51 – Distribuição de três classes de resultados de nitritos, conforme a tipologia das massas de água. 81

Figura 52 – Valores de nitrato (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 81

Figura 53 – Distribuição de quatro classes de resultados de nitratos, conforme a tipologia das massas de água. 82

Figura 54 – Valores de fosfato (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 83

Figura 55 – Valores de fósforo total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 83

Figura 56 – Valores de carbono orgânico total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 84

Figura 57 – Distribuição de quatro classes de resultados de COT, conforme a tipologia das massas de água. 85

Figura 58 – Valores de clorofila-a (μg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 86

Figura 59 – Distribuição de classes de resultados de clorofila-a, conforme a tipologia das massas de água. 87

Figura 60 – Valores de cobre total e cobre dissolvido (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 89

Figura 61 – Distribuição de duas classes de resultados de cobre total, conforme a tipologia das massas de água. 90

Figura 62 – Valores de ferro total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 91

Figura 63 – Distribuição de duas classes de resultados de ferro total, conforme a tipologia das massas de água. 91

Figura 64 – Distribuição da única classe de resultados de ferro dissolvido, conforme a tipologia das massas de água. 92

Figura 65 – Valores de manganês total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 93

Figura 66 – Distribuição de três classes de resultados de manganês total, conforme a tipologia das massas de água. 93

Figura 67 – Valores de zinco total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 94

Figura 68 – Distribuição de três classes de resultados de zinco total, conforme a tipologia das massas de água. 95

Figura 69 – Valores de chumbo total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 96

Figura 70 – Distribuição de três classes de resultados de chumbo total, conforme a tipologia das massas de água. 96

Figura 71 – Valores de cádmio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 97

Figura 72 – Distribuição de duas classes de resultados de cádmio total, conforme a tipologia das massas de água. 98

Figura 73 – Valores de mercúrio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 99

Figura 74 – Distribuição de duas classes de resultados de mercúrio total, conforme a tipologia das massas de água. 99

Figura 75 – Valores de alumínio total e dissolvido (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 100

Figura 76 – Distribuição de duas classes de resultados de alumínio total, conforme a tipologia das massas de água. 101

Figura 77 – Valores de arsênio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 102

Figura 78 – Distribuição de duas classes de resultados de arsênio total, conforme a tipologia das massas de água. 102

Figura 79 – Valores de bário total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 103

Figura 80 – Distribuição de três classes de resultados de bário total, conforme a tipologia das massas de água. 104

Figura 81 – Valores de cromo total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 105

Figura 82 – Distribuição de duas classes de resultados de cromo total, conforme a tipologia das massas de água. 105

Figura 83 – Valores de níquel total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 106

Figura 84 – Distribuição de duas classes de resultados de níquel total conforme a tipologia das massas de água. 107

Figura 85 – Valores de vanádio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo. 108

Figura 86 – Distribuição da única classe de resultados de vanádio total, conforme a tipologia das massas de água. 108

Figura 87 – Valores de temperatura verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos. 109

Figura 88 – Valores de salinidade verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos. 110

Figura 89 – Valores de pH verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos. 110

Figura 90 – Valores de oxigênio dissolvido verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos. 111

Figura 91 – Valores de sólidos suspensos totais verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos. 111

Figura 92 – Valores de turbidez verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos. 112

Figura 93 – Valores de DBO verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos. 113

Figura 94 – Valores de nitrogênio amoniacal verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos. 114

Figura 95 – Valores de nitrato verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos. 115

Figura 96 – Valores de nitrito verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos. .115

Figura 97 – Valores de fósforo verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos. 115

Figura 98 – Abundância relativa (%) dos grupos observados no ambiente marinho, segundo bibliografias encontradas. 148

Figura 99 – Frequência de ocorrência (%) das espécies zooplanctônicas mais representativas do ambiente marinho. 151

Figura 100 – Abundância relativa (%) para os grandes grupos registrados no banco de Abrolhos. ...157

Figura 101 – Frequência de ocorrência (%) para as espécies mais representativas nos estudos do zooplâncton para a região do banco de Abrolhos. 162

Figura 102 – Mapa faciológico da região dos estudos. 164

Figura 103 – Localização dos locais de amostragem dos estudos selecionados. 166

Figura 104 – Concentrações dos metais analisados no monitoramento realizado por CPMAIS. 167

Figura 105 – Análise granulométrica dos sedimentos amostrados (%). 169

Figura 106 – Resultados analíticos provenientes das análises de metais. 170

Figura 107 – Concentrações dos metais analisados por Mirlean et al. (2012) na barra do Riacho. 172

Figura 108 – Composição granulométrica das amostras analisadas. 172

Figura 109 – Granulometria dos pontos amostrados. 173

Figura 110 – Teores de bioclastos e litoclastos. 174

Figura 111 – Concentrações dos metais analisados na Barra do Riacho. 177

Figura 112 – Resultados de granulometria. 178

Figura 113 – Concentrações de metais observadas no EIA do CTA (2009). 179

Figura 114 – Concentrações observadas de metais no monitoramento da dragagem no Terminal Barra do Riacho. 180

Figura 115 – Concentrações de metais observadas na área de estudo. 183

Figura 116 – Concentrações de carbonato de cálcio, fósforo orgânico e matéria orgânica observadas na área de estudo. 184

Figura 117 – Frequência absoluta de táxons levantados para a foz do rio Doce e ambiente marinho adjacente, distribuídos de acordo com as ordens. 235

Figura 118 – Número de táxons levantados para a foz do rio Doce e ambiente marinho adjacente, distribuídos de acordo com as famílias. 236

Figura 119 – Peixes recifais com ocorrência na área de estudo. 254

Figura 120 – Grupo de botos-cinza (*Sotalia guianensis*) 262

Figura 121 – Área de ocorrência do boto-cinza. 263

Figura 122 – Área de ocorrência do boto-cinza na foz do rio Doce. 265

Figura 123 – Toninha (*Pontoporia blainvillei*). 266

Figura 124 – Área de ocorrência da toninha com definição das áreas de manejo (FMA). 266

Figura 125 – Reavaliação das FMAs. 267

Figura 126 – Avistamentos da toninha no Espírito Santo durante um levantamento aéreo realizado em 2011/2012. 268

Figura 127 – Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). 269

Figura 128 – Estimativas de abundância da baleia-jubarte na costa brasileira. 270

Figura 129 – Distribuição da baleia-jubarte na costa do Espírito Santo e Bahia. 271

Figura 130 – Áreas prioritárias para conservação da baleia-jubarte no ES e BA. 271

Figura 131 – Distribuição da baleia-jubarte em (a) 2003, (b) 2004, (c) 2005 e (d) 2011. 273

Figura 132 – Unidades de conservação diagnosticadas na área de estudo. 283

Figura 133 – Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nas zonas costeira e marinha na área de abrangência deste estudo. 293

Figura 134 – Zonação em estuários de acordo com o gradiente de salinidade. 301

Figura 135 – Classificação genética de deltas marinhos ou oceânicos. 304

Figura 136 – Diversos subambientes de sedimentação associados à frente deltaica. 306

Figura 137 – A) Localização geral do delta. B) Localização do delta do rio Doce no estado do Espírito Santo. C) Delta do rio Doce visto sobre mosaico de imagens TM/Landsat com composição R4 G7 B2 (linha vermelha em B e C indica os limites do delta). 307

Figura 138 – Mapa geológico simplificado do estado do Espírito Santo. 309

Figura 139 – Modelo evolutivo do delta do rio Doce. 311

Figura 140 – Mapa geomorfológico do delta do rio Doce. 312

Figura 141 – Modelo deposicional do delta do rio Doce/ES. 313

Figura 142 – Vazões máximas anuas na Estação de Colatina. 315

Figura 143 – Localização dos dados de qualidade da água resultantes da busca bibliográfica. 318

Figura 144 – Valores de temperatura (°C) verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 320

Figura 145 – Valores de salinidade verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 321

Figura 146 – Valores de pH verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 321

Figura 147 – Valores de oxigênio dissolvido verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 322

Figura 148 – Valores de demanda bioquímica de oxigênio verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 323

Figura 149 – Valores de sólidos suspensos totais verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 324

Figura 150 – Valores de turbidez verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 324

Figura 151 – Valores de nitrogênio amoniacal verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 326

Figura 152 – Valores de nitrato verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 327

Figura 153 – Valores de nitrito verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. 327

Figura 154 – Valores de fósforo total verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo. . 327

Figura 155 – Abundância relativa (%) dos grupos observados nas áreas de transição, segundo bibliografia encontrada. 348

Figura 156 – *Temora turbinata*, espécie exótica invasora. 349

Figura 157 – Frequência de ocorrência para as espécies mais representativas no ambiente de transição. 353

Figura 158 – Localização dos locais de amostragem dos estudos selecionados. 358

Figura 159 – Concentrações de Cobalto e Cromo nas amostras de sedimento do rio Doce. 359

Figura 160 – Concentrações de ferro e manganês nas amostras de sedimento do rio Doce. 360

Figura 161 – Concentrações dos metais analisados (cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco) nos sedimentos estuarinos no programa de caracterização e monitoramento realizado pela Transpetro. 362

Figura 162 – Concentração de HTPs e HPAs analisados nos sedimentos estuarinos no programa de caracterização e monitoramento realizado pela Transpetro. 363

Figura 163 – Concentrações de metais analisados no estuário rio Caravelas/ES. 364

Figura 164 – Valores percentuais da análise granulométrica dos pontos para os períodos de estiagem - A e chuvas – B na foz do rio Doce. 365

Figura 165 – Mapas evidenciando a influência da dinâmica costeira e processos erosivos na geomorfologia da foz do rio Doce entre 1991 e 2016. 366

Figura 166 – Denominação das várias regiões da zona costeira. 384

Figura 167 – Principais unidades geomorfológicas de um perfil praial. 385

Figura 168 – Planície deltaica do rio Doce. 387

Figura 169 – Variação topográfica dos perfis transversais da praia de Regência e Povoação, em Linhares, entre 1996 e 2000. 388

Figura 170 – Área da restinga próxima da foz do rio Doce em Regência. 390

Figura 171 – Restinga herbácea inundável da foz do rio Doce em Regência. 391

Figura 172 – Mata de cabruca próxima da foz do rio Doce em Regência. 393

Figura 173 – Unidades de conservação diagnosticadas na área de estudo. 395

Figura 174 – Unidades de conservação diagnosticadas na área de estudo. 396

Figura 175 – Número total de ninhos registrados nas últimas oito temporadas antes do desastre e da temporada em que ocorreu o desastre (2015/2016), considerando todas as espécies, incluindo as não identificadas. 404

Figura 176 – Número de desovas por espécie, considerando somente os ninhos abertos após eclosão, quando a espécie é identificada. 404

Figura 177 – Riqueza de aves costeiras em cada município do estado do Espírito Santo. 408

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados das constituintes harmônicas da estação de Regência obtidos no banco de dados da *International Hydrographic Organization* (IHO). 43

Tabela 2 – Estimativas da descarga média de água no mar por bacia. 53

Tabela 3 – Características das massas de água possíveis de serem encontradas na costa leste brasileira. 63

Tabela 4 – Níveis médios de material particulado em suspensão em diferentes regiões de Abrolhos amostradas por Bruce et al. (2012), podem ser visualizados também o desvio-padrão e o número de amostras que compõem cada resultado. 112

Tabela 5 – Níveis médios de COD em diferentes regiões de Abrolhos amostradas por Bruce et al. (2012), podem ser visualizados também o desvio-padrão e o número de amostras que compõem cada resultado....113

Tabela 6 – Concentrações médias de nutrientes em diferentes regiões de Abrolhos amostradas por Bruce et al. (2012), podem ser visualizados também o desvio-padrão e o número de amostras que compõem cada resultado. 116

Tabela 7 – Listagem de espécies de microalgas marinhas encontradas no estado do Espírito Santo.119

Tabela 8 – Listagem de espécies do fitoplâncton marinho da região do banco de Abrolhos. 124

Tabela 9 – Espécies de macroalgas encontradas na costa do estado do Espírito Santo. 132

Tabela 10 – Espécies de algas marinhas bentônicas registradas no banco de Abrolhos....137

Tabela 11 – Lista de espécies do zooplâncton encontradas em estudos que coletaram amostras na região litorânea do Espírito Santo. As espécies foram classificadas pela região de sua ocorrência preferencial, segundo o autor do estudo (região de plataforma e região oceânica). 141

Tabela 12 – Lista de espécies do zooplâncton marinho na região do banco de Abrolhos. 152

Tabela 13 – Resultados de concentração de metais. 168

Tabela 14 – Classificação da composição do sedimento por teor de carbonato. 174

Tabela 15 – Resultados dos testes crônicos com copépoda Nitokra sp. 175

Tabela 16 – Parâmetros estatísticos dos metais em sedimentos da região costeira norte estudada na bacia do Espírito Santo. 176

Tabela 17 – Resultados da concentração de metais dos pontos amostrados. 181

Tabela 18 – Lista de taxa de Porifera coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 192

Tabela 19 – Lista de taxa de Cnidaria coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 195

Tabela 20 – Lista de taxa de Nematoda coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 198

Tabela 21– Lista de taxa de Mollusca coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 200

Tabela 22 – Lista de taxa de Polychaeta coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 222

Tabela 23 – Lista de taxa de Crustacea coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 225

Tabela 24 – Lista de taxa de Echinordemata coletada pelo ReviZEE – SCORE Central. 229

Tabela 25 – Lista da composição geral da ictiofauna do ambiente marinho adjacente registrada por meio de levantamento de dados secundários. 238

Tabela 26 – Lista das espécies ameaçadas da ictiofauna com ocorrência no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce. 252

Tabela 27 – Lista das espécies de peixes introduzidos (exóticos) registrados no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce. 253

Tabela 28 – Lista de espécies das tartarugas marinhas presentes no litoral do Espírito Santos e situação na lista de espécies ameaçadas mundial, nacional ou estadual (ES). 256

Tabela 29 – Espécies de cetáceos de ocorrência no litoral do Espírito Santo, com registro anterior ao rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG. 260

Tabela 30 – Aves marinhas com ocorrência no litoral do estado do Espírito Santo, indicando categorias de risco no âmbito estadual, nacional e internacional. 278

Tabela 31 – Unidades de conservação marinhas inseridas na área de abrangência do estudo. 282

Tabela 32 – Concentrações de nutrientes na zona estuarina nas amostras coletas 3 e 1 dia antes da chegada da pluma de rejeitos. 326

Tabela 33 – Mediana, média e máximo em mg/L para metais que apresentaram mais de 5 valores no banco de dados da ANA. 328

Tabela 34 – Concentração mg/L para metais que apresentaram apenas um valor no banco de dados da ANA. 328

Tabela 35 – Concentração média (mg/L) para o total e as fração dissolvida de Alumínio (Al), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Vanádio (V), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba), Selênio (Se), Prata (Ag) e Chumbo (Pb) na região estuarina do Rio Doce antes da chegada da pluma de sedimentos. Dados em vermelho identificam valores acima do limite da Classe 1 para águas salobras da Resolução CONAMA nº 357/2005. 329

Tabela 36 – Concentração média (mg / kg) de Berílio (Be) Alumínio (Al), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Vanádio (V), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba), Selênio (Se), Prata (Ag) e Chumbo (Pb) no material particulado em suspensão da região estuarina do Rio Doce. 330

Tabela 37 – Espécies encontradas no fitoplâncton dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim/ES no período pré-desastre. 332

Tabela 38 – Lista de espécies do zooplâncton encontradas nos estudos realizados em ambientes de transição (estuários) no Espírito Santo (ES). 342

Tabela 39 – Classificação granulométrica de sedimento de acordo com o tamanho da partícula. 355

Tabela 40– Classificação dos elementos químicos com base nos efeitos à biota. 356

Tabela 41 – Dados de concentração média de zinco (Zn), cobre Cu), arsênio (As), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e matéria orgânica volátil (MOV) sedimentos de fundo na foz do rio Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, e na região próxima à desembocadura com o mar. 366

Tabela 42 – Lista de *taxa* registrados em literatura para ambientes costeiros do estado do Espírito Santo. 369

Tabela 43 – Unidades de conservação costeiras inseridas na área de abrangência do estudo. 394

Tabela 44 – Aves costeiras com ocorrência no litoral do estado do Espírito Santo. 407

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 23

1.1 Contextualização dos Ambientes Costeiros 23

1.2 Importância dos Recursos Ambientais 25

2 AMBIENTE MARINHO 28

2.1 Hidrodinâmica Costeira e Transporte de Sedimentos 28

2.1.1 Conceitos 28

2.1.1.1 Marés 29

2.1.1.2 Correntes induzidas por vento 32

2.1.1.3 Salinidade, temperatura, pressão e densidade 32

2.1.1.4 Circulação costeira e efeito de Coriolis 34

2.1.1.5 Ondas geradas pelo vento 36

2.1.2 Área de abrangência 36

2.1.3 Metodologia 37

2.1.4 Resultados 39

2.1.4.1 Batimetria e linha costeira: mostrando as cartas náuticas e linha costeira em geral 39

2.1.4.2 Níveis e marés 42

2.1.4.3 Vento 44

2.1.4.4 Estratificação e descargas de rios 51

2.1.4.5 Circulação costeira 54

2.1.4.6 Ondas 58

2.1.4.7 Transporte do sedimento costeiro 58

2.2 Qualidade das Águas 62

2.2.1 Área de abrangência 62

2.2.2 Metodologia 62

2.2.2.1 Avaliação dos dados físicos e químicos de qualidade da água 62

2.2.3 Resultados 67

2.2.3.1 Características gerais 67

2.2.3.2 Temperatura e salinidade 67

2.2.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH) 70

2.2.3.4 Oxigênio Dissolvido (OD) 71

2.2.3.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 73

2.2.3.6 Sólidos suspensos totais e turbidez 75

2.2.3.7 Nutrientes 78

2.2.3.8 Clorofila-a 86
2.2.3.9 Metais 88
2.2.3.10 Região do banco de Abrolhos 109
2.3 Fitoplâncton 117
2.3.1 Área de abrangência 117
2.3.2 Metodologia 117
2.3.3 Resultados 118
2.3.3.1 O fitoplâncton no banco de Abrolhos 123
2.4 Macroalgas 127
2.4.1 Área de abrangência 127
2.4.2 Metodologia 127
2.4.3 Resultados 131
2.4.3.1 Macroalgas no banco de Abrolhos 137
2.5 Zooplâncton 139
2.5.1 Área de abrangência 139
2.5.2 Metodologia 140
2.5.3 Resultados 140
2.5.3.1 Zooplâncton da região do banco de Abrolhos 152
2.6 Qualidade dos Sedimentos 163
2.6.1 Área de abrangência 163
2.6.2 Metodologia 164
2.6.2.1 Pesquisa bibliográfica e avaliação dos dados 164
2.6.3 Resultados 165
2.6.3.1 15ª Campanha de Monitoramento Marinho do Estaleiro Jurong Aracruz (CPMAIS, 2015) 167
2.6.3.2 Resultados de Aguiar et al. (2014) 168
2.6.3.3 Estudo de Impacto Ambiental Mineroduto Morro do Pilar (ECOLOGY BRASIL; ECONSERVATION, 2013b) 169
2.6.3.4 Enriquecimento de arsênio em sedimentos costeiros nos subtrópicos brasileiros (MIRLEAN et al., 2012) 171
2.6.3.5 Estudo de Impacto Ambiental Algadermis (2010) 173
2.6.3.6 Monitoramento do efluente líquido da Fibria no ecossistema marinho (CEPEMAR, 2011a) 173
2.6.3.7 Estudo de impacto ambiental para o gasoduto Sul-Norte Capixaba (PETROBRAS, 2011) 175

2.6.3.8 Relatório de Controle Ambiental (RCA): dragagem de manutenção das áreas navegáveis do Terminal Especializado de Barra do Riacho (PORTOCEL, 2010) ... 176
2.6.3.9 Estudo de impacto ambiental Estaleiro Jurong Aracruz (CTA, 2009) 178
2.6.3.10 Relatório de monitoramento da dragagem da Portocel – Campanha Pré-Operacional (PORTOCEL, 2008) 180
2.6.3.11 Projeto de expansão do Terminal Especializado de Barra do Riacho – Portocel (CEPEMAR, 2006a) 181
2.6.3.12 Região do banco de Abrolhos 181
2.7 Macroinvertebrados Bentônicos 184
2.7.1 Área de abrangência 185
2.7.2 Metodologia 186
2.7.3 Resultados 186
2.7.3.1 Bentos de fundos inconsolidados 186
2.7.3.2 Bentos de fundos duros ou consolidados – banco de Abrolhos 231
2.8 Ictiofauna 232
2.8.1 Área de abrangência 233
2.8.2 Metodologia 233
2.8.3 Resultados 234
2.8.3.1 Espécies raras e ameaçadas 237
2.8.3.2 Espécies introduzidas (exóticas) 237
2.8.3.3 Ictiofauna de ambientes recifais 253
2.9 Quelônios 255
2.9.1 Área de abrangência 255
2.9.2 Metodologia 255
2.9.3 Resultados 256
2.9.3.1 Espécies marinhas associadas à região nerítica e mar aberto 257
2.10 Cetáceos 257
2.10.1 Área de abrangência 258
2.10.2 Metodologia 258
2.10.3 Resultados 259
2.10.3.1 Registro de espécies de cetáceos na área de abrangência 259
2.10.3.2 Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) 262
2.10.3.3 Toninha (*Pontoporia blainvillei*) 265
2.10.3.4 Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) 269
2.10.3.5 Impactos antropogênicos 273
2.10.3.6 Dados toxicológicos 274

2.10.3.7 Dados patológicos 275
2.10.3.8 Patologias associadas à contaminação 276
2.11 Aves Marinhas 277
2.11.1 Área de abrangência 277
2.11.2 Metodologia 277
2.11.3 Resultados 277
2.12 Áreas para Conservação 281
2.12.1 Área de abrangência 281
2.12.2 Metodologia 281
2.12.3 Resultados 282
2.12.3.1 Unidades de conservação 282
2.12.3.2 Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade 285
2.13 Caracterização do ambiente 294
3 AMBIENTES DE TRANSIÇÃO (ESTUÁRIO, PRAIAS E MANGUEZAIS) 300
3.1 Estuários 300
3.1.1 Hidrologia e transporte de sedimentos 301
3.1.1.1 Conceitos 303
3.1.1.2 Área de abrangência 307
3.1.1.3 Metodologia 307
3.1.1.4 Resultados 308
3.1.2 Qualidade das águas 315
3.1.2.1 Área de abrangência 316
3.1.2.2 Metodologia 316
3.1.2.3 Resultados 319
3.1.3 Fitoplâncton 330
3.1.3.1 Área de abrangência 330
3.1.3.2 Metodologia 330
3.1.3.3 Resultados 331
3.1.4 Zooplâncton 340
3.1.4.1 Área de abrangência 340
3.1.4.2 Metodologia 340
3.1.4.3 Resultados 341
3.1.5 Qualidade dos sedimentos 354
3.1.5.1 Área de abrangência 354
3.1.5.2 Metodologia 354

3.1.5.3 Resultados 357
3.1.6 Macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados 367
3.1.6.1 Área de abrangência 367
3.1.6.2 Metodologia 367
3.1.6.3 Resultados 368
3.1.7 Ictiofauna 381
3.1.7.1 Área de abrangência 381
3.1.7.2 Metodologia 381
3.1.7.3 Resultados 381
3.1.8 Quelônios 382
3.1.8.1 Área de abrangência 382
3.1.8.2 Metodologia 382
3.1.8.3 Resultados 382
3.2 Ambiente Praial 383
3.2.1 Geomorfologia e hidráulica de praias 384
3.2.1.1 Conceitos 384
3.2.1.2 Área de abrangência 385
3.2.1.3 Metodologia 385
3.2.1.4 Resultados 385
3.2.2 Flora 389
3.2.2.1 Área de abrangência 389
3.2.2.2 Metodologia 389
3.2.2.3 Resultados 390
3.2.3 Áreas para conservação 393
3.2.3.1 Área de abrangência 393
3.2.3.2 Metodologia 394
3.2.3.3 Resultados 394
3.2.4 Macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados 399
3.2.4.1 Área de abrangência 400
3.2.4.2 Metodologia 400
3.2.4.3 Resultados 400
3.2.5 Ictiofauna 401
3.2.5.1 Área de abrangência 401
3.2.5.2 Metodologia 401
3.2.5.3 Resultados 401

3.2.6 Quelônios 402
3.2.6.1 Área de abrangência 402
3.2.6.2 Metodologia 403
3.2.6.3 Resultados 403
3.2.7 Aves costeiras 405
3.2.7.1 Área de abrangência 406
3.2.7.2 Metodologia 406
3.2.7.3 Resultados 407
3.3 Manguezais 410
3.3.1 Macroalgas 411
3.3.1.1 Área de abrangência 411
3.3.1.2 Metodologia 411
3.3.1.3 Resultados 412
3.3.2 Flora 412
3.3.2.1 Área de abrangência 413
3.3.2.2 Metodologia 413
3.3.2.3 Resultados 413
3.3.3 Macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados 413
3.3.3.1 Área de abrangência 413
3.3.3.2 Metodologia 413
3.3.3.3 Resultados 414
3.4 Caracterização dos ambientes 415
4 REFERÊNCIAS 419
5 APÊNDICES 456
Apêndice A – Localização dos dados disponíveis durante a estação chuvosa 456
Apêndice B – Localização dos dados disponíveis durante a estação seca 458

1 INTRODUÇÃO

No presente volume é apresentada a caracterização da linha-base da área costeira adjacente à foz do rio Doce. A zona costeira do Brasil é uma unidade territorial que se estende, na sua porção terrestre, por mais de 8.500 km, abrangendo 17 estados e mais de 400 municípios, distribuídos do Norte equatorial ao Sul temperado do país. Inclui ainda a faixa marítima formada por mar territorial, com largura de 12 milhas náuticas a partir da linha da costa. O objetivo é apresentar dados primários e secundários disponíveis para a área costeira, marinha e estuarina, considerando a extensão que pode ter sido afetada pelos processos envolvidos na dispersão, transformação, sedimentação e ressuspensão de materiais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão.

A separação das áreas costeiras e marinhas das áreas continentais é justificada pela diferença significativa dos ecossistemas em termos de processos de mistura e dispersão de materiais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, bem como em termos de características e resiliência do ecossistema. As águas continentais foram descritas no volume intitulado *Revisão Linha-Base Ambientes Aquáticos Continentais*, que contém informações e análises da região de água doce superficial.

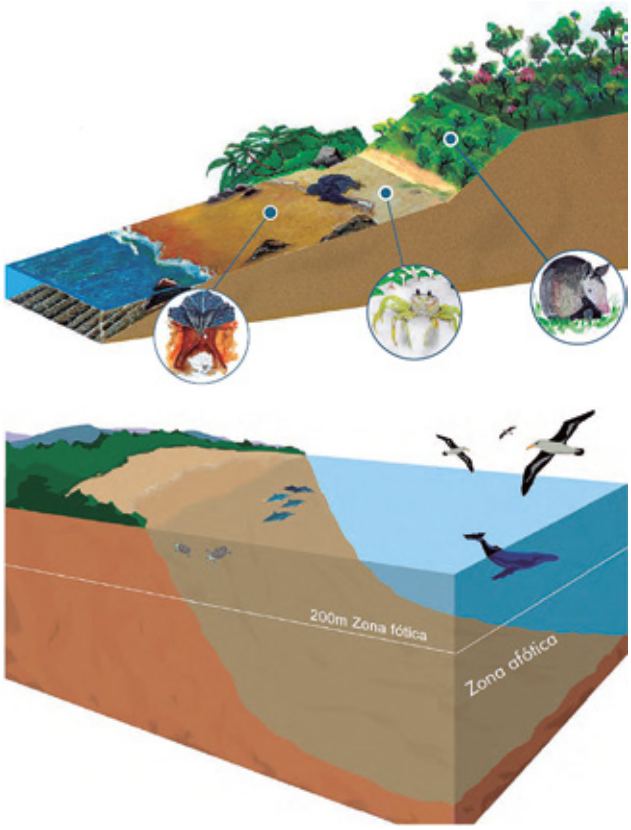
O presente relatório sobre as águas costeira e marinha inicialmente define os ambientes e compartimentos analisados e relaciona os respectivos serviços ecossistêmicos. Posteriormente, são apresentadas as áreas de abrangência, as metodologias e os resultados inerentes a cada tema. Por fim, são analisadas as características de cada tema em conjunto.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS AMBIENTES COSTEIROS

A costa do Espírito Santo está inserida na porção oriental do litoral brasileiro, entre as coordenadas latitudes 18°20’5”S e 21°17’38”S, e corresponde a 5,4% deste. Estende-se por aproximadamente 430 km, fazendo limite ao norte com o estado da Bahia e ao sul com o Rio de Janeiro.

O mosaico de ecossistemas que compõe a paisagem costeira do Espírito Santo apresenta uma grande heterogeneidade estrutural, composta por sistemas naturais, seminaturais e urbano-industriais. Apresentando um litoral bastante recortado, o estado do Espírito Santo apresenta geomorfologias marcantes, como grandes planícies costeiras, extensas falésias vivas, afloramentos rochosos, embaiamentos, estuários e deltas, onde se inserem os mais diversos ecossistemas (Figura **1**). Segundo Simonelli (2007), destacam-se na paisagem costeira capixaba os fragmentos de Mata Atlântica formados pela floresta de tabuleiro, áreas de restingas, manguezais, lagoas costeiras e áreas úmidas, entre outros ecossistemas costeiros.

Figura 1 – Exemplo da composição de ecossistemas costeiros e marinhos.



Fonte: Gerling et al. (2016).

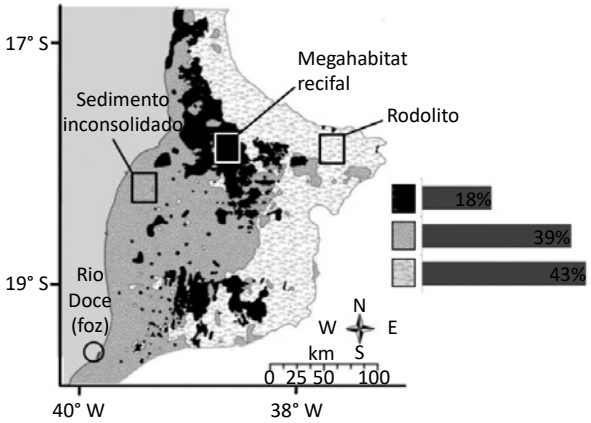
Neste capítulo, devido à ocorrência de tais compartimentos no litoral capixaba e de suas particularidades, e considerando ainda aqueles ambientes que a pluma de sedimentos provenientes do rompimento da barragem de Fundão possa ter alcançado, os temas estudados foram agrupados em: ambiente marinho, considerando a porção oceânica e o banco de Abrolhos; e ambientes de transição, englobando estuários, praias e manguezais.

O banco de Abrolhos ou Plataforma Continental de Abrolhos (PCA) compreende o trecho da Plataforma Continental Leste Brasileira entre os paralelos de, aproximadamente, 17ºS e 20ºS, com uma fisiografia particular evidenciada por um alargamento da plataforma continental de até 220 km de extensão (MELO; SUMMERHAYES; ELLIS, 1975).

O banco de Abrolhos está localizado dentro da chamada região central da costa brasileira, que vai do Cabo de São Tomé/RJ a Salvador/BA, incluindo as ilhas de Trindade e Martins Vaz (EKAU; KNOPPERS, 1999a). Segundo Martins, Olavo e Costa (2005), esta área é caracterizada por uma topografia complexa, derivada de atividades vulcânicas e tectônicas intensas, devido ao acúmulo de sedimentos entre os montes vulcânicos marinhos e a margem continental.

A plataforma continental do banco de Abrolhos abrange três principais mega-*habitats* e uma batimetria complexa (Figura 2). Bancos de rodolitos constituem o maior mega-*habitat*, com 20.904 km^2 (43%), seguidos pelos sedimentos inconsolidados com 19.151 km^2 (39%) e pelo *habitat* recifal com 8.844 km^2 (18%) (MOURA et al., 2013). Bancos de rodolitos e sedimentos inconsolidados são topograficamente menos complexos e formam extensões contínuas maiores quando comparados com os recifes, que são estruturalmente mais complexos e irregularmente configurados (MOURA et al., 2013).

Figura 2 – Domínio dos mega-*habitats* no banco de Abrolhos.



Fonte: Adaptada de Secchin (2011) e Moura et al. (2013).

A zona costeira, região onde o continente encontra o mar, constitui uma zona de fronteira sujeita a contínuas alterações morfodinâmicas, modeladas por processos de origem continental e marinha. Apresenta grande variabilidade temporal e espacial, comportando-se como um sistema ambiental instável, desde o passado remoto até os dias atuais, em função de uma série de processos geológicos continentais e marinhos, muitos dos quais são fundamentalmente controlados por fatores meteorológicos. Esses processos, determinantes na formação de distintos tipos de costa, englobam movimentos tectônicos ao longo das margens continentais, oscilações do nível do mar e dinâmica erosiva e deposicional associada à ação de ondas, marés, correntes e também à ação fluvial, glacial e eólica. Baias, estuários, deltas, lagoas, praias arenosas, campos de dunas, costões rochosos ou falésias e manguezais são ambientes costeiros com características próprias e história geológica única (SILVA et al., 2004), reconhecidos pelo elevado valor ecológico (ZAMBONI; NICOLOD, 2008). Tais ecossistemas apresentam elevada fragilidade e susceptibilidade relacionada, principalmente, à pressão antrópica sobre os recursos.

Para os ambientes costeiros não existe um sistema rígido de definição que deve ser seguido internacionalmente. Cada país pode adotar o seu sistema, a sua definição, dependente das condições, das suas capacidades e dos seus objetivos na abordagem do tema. Uma das razões por que a definição, mesmo geográfica, não é rígida, é que mesmo as características físicas da zona costeira são extremamente dinâmicas.

Entre tantos conceitos, no Brasil, o que os define de forma mais completa é o da Resolução nº 1, de 21/11/1990, da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM):

> A zona costeira é a área de abrangência dos efeitos naturais resultantes das interações terra-mar-ar, leva em conta a paisagem físico-ambiental, em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral como ilhas, estuários e baías, comporta em sua integridade os processos e interações características das unidades ecossistêmicas.

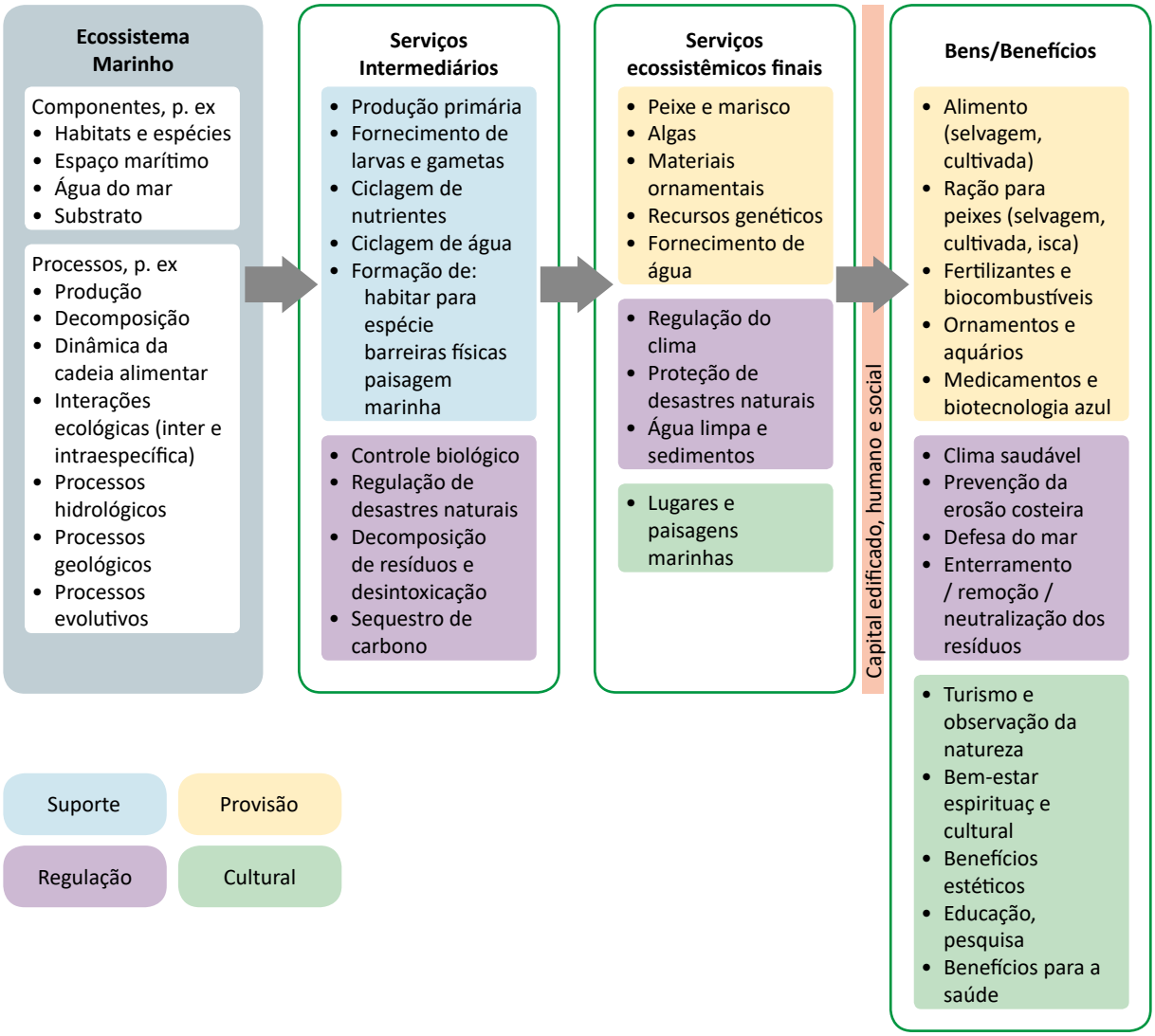
1.2 IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS AMBIENTAIS

As águas costeiras e marinhas cobrem 70% do planeta e compõem 90% da biosfera (GERLING et al., 2016). Sua grande extensão e importância na biodiversidade compõem um quadro complexo de processos ambientais que resultam no fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais à vida na Terra.

Turner et al. (2013) sistematizaram os serviços ecossistêmicos provenientes do ecossistema marinho, a partir de seus componentes e processos (Figura 3). Entre os serviços ecossistêmicos listados, destacam-se os serviços de regulação como os mais importantes serviços prestados pelos oceanos, uma vez que a interação oceano-atmosfera influencia diretamente o clima, além dos oceanos serem capazes de depurar diferentes poluentes. Os serviços de suporte prestados pelos ecossistemas marinhos também são essenciais, considerando principalmente o ciclo hidrológico, a ciclagem de nutrientes, a produção primária e diferentes *habitats* que abrigam elevada riqueza e abundância de espécies (TURNER et al., 2013; GERLING et al., 2016).

Os serviços de provisão, especialmente de alimentos, estão entre os mais utilizados no mundo inteiro. Além disso, diversos compostos produzidos por organismos marinhos são diariamente aplicados nas indústrias química, alimentícia, farmacêutica e cosmética. Não menos importantes são os serviços culturais, voltados ao uso da zona costeira para lazer, esporte, turismo, educação e espiritualidade (TURNER et al., 2013; GERLING et al., 2016).

Figura 3 – Serviços provenientes do ecossistema marinho.



Fonte: Adaptada de Turner et al. (2013).

Além dos serviços ecossistêmicos prestados pelo ambiente marinho como um todo, há que se analisar a importância de ecossistemas específicos da zona costeira, que proveem serviços necessários à manutenção da biodiversidade e qualidade ambiental.

Os estuários caracterizam-se por apresentar a biota aquática altamente adaptável às pressões ambientais e estabilidade ecológica em um ambiente dinâmico e variável, porém frágil às mudanças provocadas pelo homem (YANEZ-ARANCIBIA, 1985). Esses ambientes oferecem aos organismos importantes áreas de alimentação, crescimento, abrigo e de reprodução (KENNISH, 1990), essenciais nas diferentes fases da vida de muitos peixes e invertebrados (RICKLEFS, 2003). São reconhecidamente áreas de proteção, alimentação, desenvolvimento e reprodução de várias espécies de pescado, sendo um ambiente de interesse internacional não só por seu significado ecológico, mas por seu valor na qualidade de vida das populações litorâneas (HORN, 1980; CHAO et al., 1982; KENNISH, 1986; CORRÊA, 1987; CORRÊA, 1994; CHAVES, 1994; YAMAGUTI et al., 1994; MACIEL, 1995; CHAVES; VENDEL, 1997).

Os manguezais tiveram reconhecida sua função como componente-chave no ciclo do carbono atmosférico, sendo considerados, entre as florestas tropicais, como o mais rico em carbono, tanto na estrutura arbórea quanto no sedimento, como reservatório desse elemento. Pela importância como provedor de bens e serviços ecossistêmicos, o quilômetro quadrado (km^2) de manguezal teve seu valor anual estimado entre 200 mil e 900 mil dólares americanos (SOUZA; JUCÁ, 2012).

Embora a diversidade de espécies seja considerada baixa quando comparada a outros ecossistemas tropicais, como recifes de corais e as flores úmidas, a produtividade primária dos manguezais está entre as maiores do mundo (HUTCHINGS; RECHER, 1982; ALONGI, 1988; ROBERTSON; ALONGI, 1992). Estudos sobre a fauna de manguezais e planícies de maré são extremamente necessários pela elevada importância ecológica e econômica desses sistemas. Algumas espécies apresentam importância comercial, tais como os caranguejos, teredos, berbigões e ostras. Por outro lado, muitas espécies fazem parte da cadeia alimentar de peixes, aves e mamíferos.

Os recifes coralíneos são ambientes complexos e diversificados (RICHMOND, 1997), de grande valor ecológico em função da alta diversidade biológica (CONNELL, 1978), que apresenta um grande valor econômico para as comunidades costeiras em função da pesca e do turismo (LEÃO, 1994).

Especificamente na região de estudo, a área geográfica do banco de Abrolhos é caracterizada por ser uma das mais importantes localidades de alimentação e reprodução de “espécies bandeiras” para a conservação do Atlântico Sul, como baleias jubarte, tartarugas marinhas e aves marinhas. Considerada umas das regiões mais importantes para a pesca da costa central, as pescarias de recursos recifais são predominantemente artesanais (FREITAS et al., 2011, 2014).

2 AMBIENTE MARINHO

O ambiente marinho é descrito inicialmente através das **características hidrodinâmicas costeiras e do transporte de sedimento** associado, devido aos principais processos e características oceanográficas (marés, correntes, ondas, descargas fluviais, salinidade etc.).

Em seguida, são descritos características e parâmetros de **qualidade da água**, principalmente considerando parâmetros físico-químicos através de análise de concentrações de substâncias dissolvidas na coluna d'água.

Relações e consequências da hidrodinâmica e qualidade da água para a biologia na coluna d'água são analisadas em termos de concentrações e caracterização do **fitoplâncton**, considerando vários tipos de alga unicelular e outras espécies fotossintetizadoras. Na sequência, é realizada a descrição das **macroalgas**, com informações sobre espécies de ocorrência, diversidade, densidade e biomassa. Em analogia e na sequência, é descrito o **zooplâncton**, caracterizando a diversidade, abundâncias e espécies de ocorrência na coluna d'água e a relação com o fitoplâncton e a qualidade de água.

Estudos similares são descritos para o compartimento bentônico do ambiente marinho nas seções de **qualidade dos sedimentos**, descrevendo parâmetros físico-químicos, e na seção dos **macroinvertebrados**, apresentando os organismos associados a estes ambientes.

As características dos demais grupos da fauna nesse ambiente são descritos nas seções da **ictiofauna**, descrevendo espécies, abundância e características específicas, seguidas pelos **quelônios** e **cetáceos**, além das **aves marinhas**.

Considerando a discussão e importância do **banco de Abrolhos**, a descrição desse ambiente foi incluída aqui como parte do ambiente marinho.

2.1 HIDRODINÂMICA COSTEIRA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

A descrição das propriedades físicas do ambiente costeiro segue a caracterização por forçantes de processos de circulação, mistura e transporte. Inicialmente, são descritos os contornos geométricos, sendo a *batimetria* e a *linha costeira*. Na sequência, são descritas as variações de *níveis* devido a *marés*, *ventos* e padrões de *estratificação* que influenciam em conjunto as correntes costeiras, resumidos na *circulação costeira*. Adicionalmente, são descritas *ondas* superficiais, as quais não influenciam a circulação costeira em si, mas podem afetar o *transporte de sedimento* e influenciar processos de sedimentação e erosão nas praias.

2.1.1 CONCEITOS

As correntes marítimas ou oceânicas, fluxos de água com características comuns que se deslocam ao longo dos oceanos, são influenciadas pelos ventos, pela variação da densidade e da pressão das águas, pela rotação da terra, entre outros fatores. De maneira geral, as correntes marítimas são relativamente estáveis.

As correntes marítimas são predominantes, entretanto, na plataforma continental (próximo à região litorânea do continente), outros fatores influenciam significativamente na configuração da

corrente marítima, como, por exemplo: profundidade do mar, ventos, marés, condições meteorológicas, entre outros. Segundo Tomczad (1998 apud IEMA, 2014), os ventos e marés são os principais forçantes que influenciam a circulação nas zonas costeiras, cuja importância individual se alterna de acordo com fatores locais, tais como fisiografia e condições climáticas.

As correntes marítimas de grande escala fornecem as condições de contorno para os modelos de escala relevantes para este estudo. Já em relação a um estuário (ambiente aquático de transição entre rio e mar, onde ocorre a mistura de água doce com água salgada), a hidrodinâmica deste depende basicamente dos mesmos processos que afetam a hidrodinâmica costeira. Entretanto, é importante destacar que para esse tipo de ambiente, a vazão fluvial atua como um forçante adicional. Além disso, a geometria das margens e do fundo (batimetria) e a dinâmica das ondas desempenham papel especialmente relevante na hidrodinâmica de estuários e, consequentemente, no transporte de sedimentos.

2.1.1.1 Marés

A ocorrência de marés corresponde ao fenômeno caracterizado pela oscilação do nível do mar em uma determinada região. Essa oscilação tem uma explicação astronômica e uma explicação meteorológica. Ou seja, a maré total (observada) é a soma destes dois fenômenos: a maré astronômica e a meteorológica.

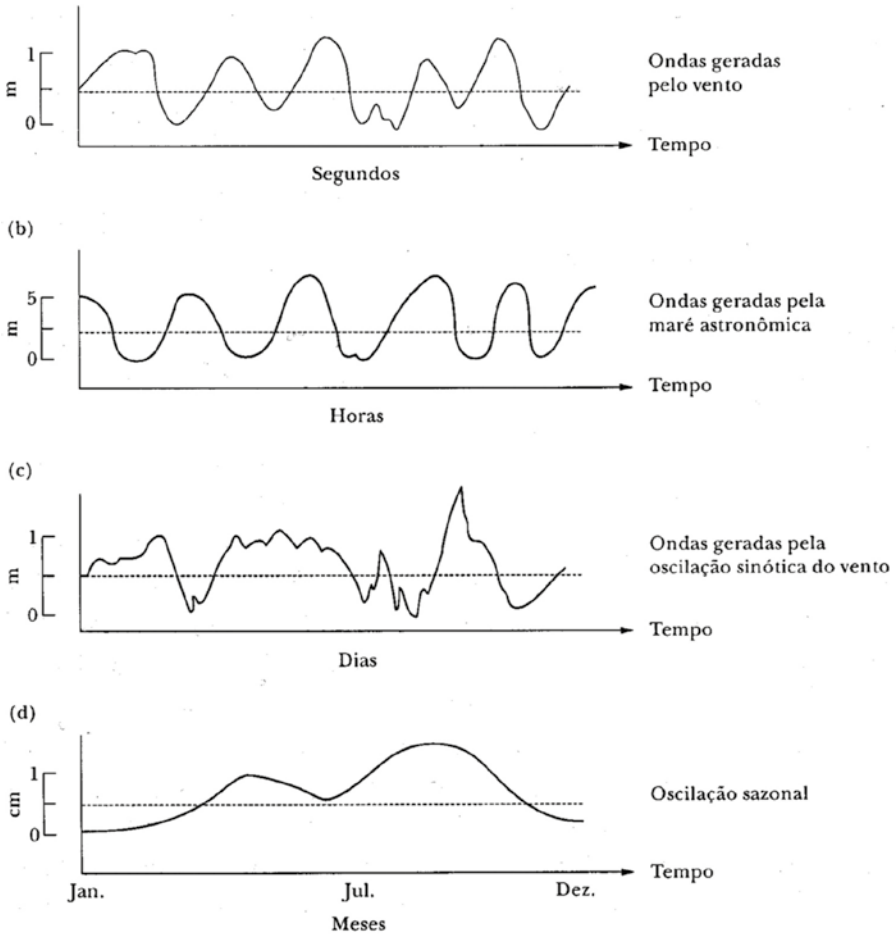
A maré astronômica é gerada pela rotação da Terra, sendo influenciada pela posição relativa entre o Sol, a Terra e a Lua juntamente com as forças gravitacionais envolvidas. Todos esses fatores que geram a maré astronômica caracterizam genericamente as oscilações do nível do mar, imprimindo às oscilações um caráter harmônico. Logo, essas oscilações podem ser representadas, aplicando-se o método harmônico, pela soma de várias funções senoidais, chamadas constituintes harmônicas (usam-se também os termos componentes ou constantes). Tais constituintes harmônicas são devidas, em grande parte, ao fato de que os trajetos de translação do Sol e da Lua em relação à Terra são elipses e não círculos, e ao fato de que os planos de translação não estão sempre no plano equatorial da Terra, mas se movem para Norte e Sul com um ciclo anual para o Sol e mensal para a Lua.

Já a maré meteorológica tem relação com a interação entre o oceano e a atmosfera da Terra. Segundo Nunes (2007), os principais fatores envolvidos são a pressão atmosférica (conhecida como efeito do barômetro invertido, segundo o princípio de Torricelli) e o efeito da tensão do vento sobre suas superfícies (associado ao transporte de Ekman e à geração de ondas). As marés meteorológicas são deixadas como resíduos da análise harmônica de maré e não podem ser previstas através dessa análise (a menos que elas possuam uma periodicidade, por exemplo os efeitos de brisa terra-mar ou efeitos radiacionais). Na ausência de distúrbios meteorológicos, as previsões de maré têm geralmente precisão entre ±3 cm e ±5 cm.

Efeitos meteorológicos, excetuando-se eventos extremos como furacões, podem causar diferenças no sinal de maré de dezenas de centímetros a dezenas de metros. Exemplificando, o mar costeiro responde na forma de um barômetro invertido às oscilações de pressão atmosférica, capazes de elevar a superfície do mar cerca de um centímetro para cada milibar de decréscimo da pressão atmosférica (WOOD; FLEMING, 1981).

Os efeitos meteorológicos sobre o nível do mar podem ser previstos por meio de simulações com modelos numéricos hidrodinâmicos. As flutuações do nível de água do mar estão associadas a escalas que variam desde centímetros a vários metros e, no tempo, de segundos a meses, ou mesmo anos, tal como ilustrado esquematicamente na Figura 4.

Figura 4 – Escalas temporal e espacial vertical das variações do nível do mar.



Fonte: Miranda, Castro e Kjerfve (2002).

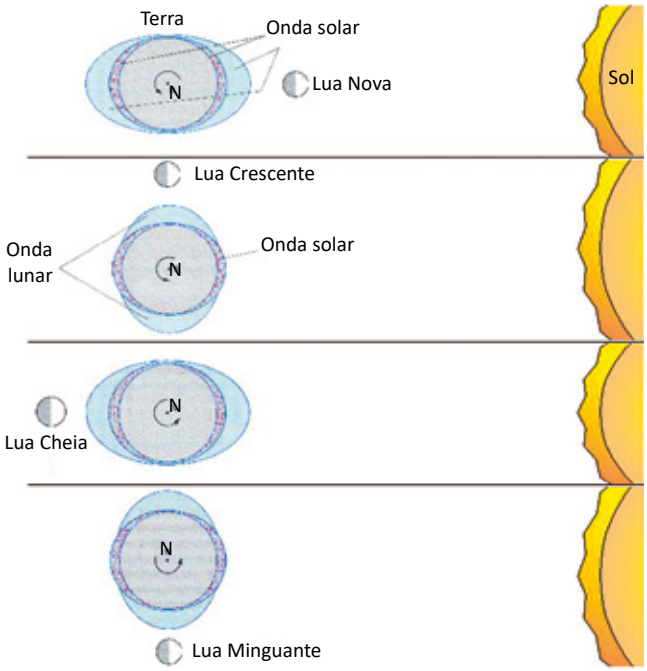
Observa-se na Figura 4 que a influência da maré astronômica é, em geral, dominante tanto em intensidade quanto em frequência de ocorrência. Como as oscilações da maré, com escala de tempo de horas, têm-se altura predominante (com exceção dos litorais onde a amplitude da maré é pequena) e períodos de ocorrência predominante semidiurno (12,4 horas) ou diurno (25,0 horas), correspondendo a frequências de duas ou uma oscilação por dia – costuma-se adotar essas frequências como referência e classificá-las de frequência de maré ou alta frequência. As variações do nível do mar com escalas de tempo de segundos passam a ser referidas como frequências supramaré (frequência superior a 1 e 2 ciclos por dia) e as variações com escalas de semanas, meses ou anos são referidas como frequência submaré ou baixa frequência (oscilações com frequência inferior às da maré). Embora a escala temporal de variação do nível do mar seja muito ampla e com ocorrência simultânea, as características hidrodinâmicas dos estuários são controladas principalmente pelas marés semidiurnas e diurnas.

As oscilações sazonais, com períodos de dias a anos, podem ser ocasionadas, por exemplo, pela influência de meandros e vórtices das correntes oceânicas, por ventos, por oscilações de pressão atmosférica ou por processos climáticos globais como o El Niño.

A amplitude da maré é maior que a média durante a Lua cheia e a Lua nova, ou seja, quando o Sol e a Lua estão, respectivamente, em conjunção e oposição em relação à Terra. Para representar ambos os casos, usa-se dizer que a Lua está em sizígia, originando o termo maré de sizígia. Durante a Lua crescente e a Lua minguante, quando o sistema Lua-Terra-Sol forma um ângulo próximo de 90°, a amplitude da maré é menor do que a média, e diz-se que a Lua está em quadratura, originando o termo maré de quadratura.

A Figura 5 apresenta de forma esquemática as principais posições relativas do sistema Lua-Terra-Sol e a sobreposição da influência da Lua e do Sol sobre a forma do oceano. Constituintes com periodicidade sazonal fazem com que no outono e na primavera a maré de sizígia alcance o valor máximo, enquanto o mínimo ocorre no inverno e no verão.

Figura 5 – Representação simplificada da interação entre os efeitos da Lua e do Sol sobre a maré, vista de um ponto acima do Polo Norte.



Para estabelecer, em primeira aproximação, a importância relativa entre as forçantes maré e descarga fluvial, pode-se usar o número adimensional dado pela razão entre o volume de água fluvial descarregado no estuário e o volume de água do mar que entra no estuário durante a maré enchente. Quando o primeiro volume se destaca expressivamente em relação ao segundo, diz-se que o estuário é dominado pela descarga fluvial, ou pela maré no caso contrário.

Outro importante parâmetro relacionado com a descarga fluvial é o tempo de descarga (*flushing time*), que serve como indicador da capacidade de remoção da concentração de substâncias do estuário.

2.1.1.2 Correntes induzidas por vento

Quando o vento atua sobre o mar, a energia é transferida do vento para as camadas superiores do mar. Parte dessa energia é gasta na geração de ondas de gravidade superficiais (que conduzem a um pequeno movimento médio da água na direção da propagação da onda) e parte é gasta na formação de correntes. Os processos pelos quais a energia é transferida entre ondas e correntes são complexos. Entretanto, é possível fazer algumas afirmações e previsões sobre a ação do vento no mar.

A força de atrito agindo sobre a superfície livre e as correntes superficiais por ela produzidas crescem com o aumento da velocidade do vento. Tal força de atrito é chamada tensão do vento. Por meio de experimentos, descobriu-se que a tensão do vento t_w é proporcional ao quadrado da velocidade do vento v_w. Portanto:

$$\tau_\omega = \rho_a c \upsilon^2$$

Onde ρ_a é a densidade do ar e o valor de c (coeficiente de arraste) depende das condições atmosféricas dominantes e das formas na superfície (ondas).

Quanto mais turbulenta a atmosfera, maior será o valor de c. O valor decresce com o aumento da velocidade do vento, que não apenas aumenta a quantidade de convecção turbulenta na atmosfera sobre o mar, mas aumenta a rugosidade da superfície livre.

A velocidade do vento diminui com a proximidade da superfície do mar, devido ao atrito com esta, formando a camada limite. Portanto, o valor de *c* a ser usado depende grandemente da altura em que o vento é medido; esta é geralmente igual a 10 m, a altura do convés de um navio. Como aproximação inicial, pode-se dizer que um vento com uma velocidade de 10 m/s de 5 a 10 m sobre a superfície livre dará origem a uma tensão de vento da ordem de 0,2 N/m².

Apesar de não ser constante, um valor de c em torno de 2×10^{-3} fornece valores de τ_ω com precisão dentro de um fator 2 e, em geral, consideravelmente melhor que isso. Outra observação empírica útil, a ser usada como aproximação grosseira, é que a velocidade da corrente superficial é tipicamente cerca de 3% da velocidade do vento, de modo que um vento de 10 m/s criará uma corrente de aproximadamente 0,3 m/s.

2.1.1.3 Salinidade, temperatura, pressão e densidade

Os três parâmetros mais importantes, que formam a base da descrição dos oceanos, são a temperatura, a salinidade e a pressão, já que definem a densidade da água. Por sua vez, os gradientes de densidade podem induzir mistura e escoamentos ou até limitar trocas de substâncias quando se trata de ambientes estratificados.

A salinidade *S* é uma propriedade físico-química que apresenta a medida da concentração dos sais dissolvidos ionicamente na água do mar, ou seja, é a razão da massa dos sais (m) pela massa de mistura que os contém (M). Assim, a salinidade pode ser expressa em gramas por quilograma, partes por mil (‰) ou na escala prática de salinidade (PSU, do inglês *Practical Salinity Unit*).

As proporções dos sais contidos na água do mar são marcadamente constantes, e a salinidade, que é a somatória dessas substâncias, é uma quantidade muito bem definida nos oceanos. No estuário, a salinidade apresenta grandes variações no espaço e no tempo, $S = S\ (x, y, z, t)$, principalmente devido aos processos advectivos e difusivos e à descarga fluvial. As trocas de massa do corpo de água estuarino com a atmosfera (precipitação – evaporação) em geral não desempenham um papel muito importante sobre a variação dessa propriedade.

A temperatura *T* é uma propriedade termodinâmica que pode ser entendida como uma medida da concentração de calor de um elemento de volume. Essa propriedade apresenta variações no espaço e no tempo, $T = T\ (x, y, z, t)$, devido a processos advectivos e difusivos e a trocas de calor com a atmosfera. Em oceanografia, convencionou-se expressar a temperatura *T* em graus Celsius (°C).

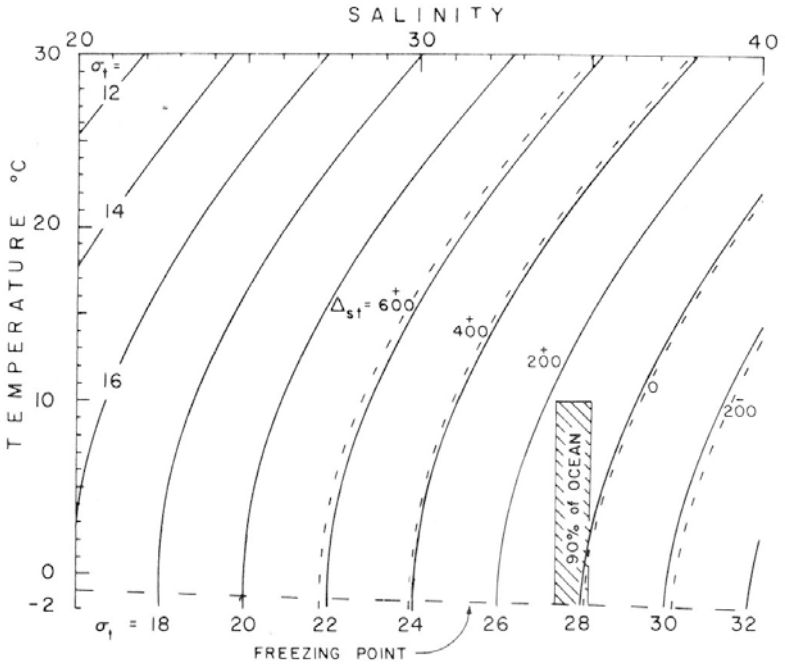
Em condições hidrostáticas, a pressão *p* em um ponto é função do peso da coluna d'água acima do ponto, ou seja, da profundidade e da densidade da água da coluna. Como regra aproximada, usa-se a relação de 10 kPa para cada metro de profundidade. Sua unidade convencional em oceanografia é o kilopascal (kPa).

A densidade ρ da água é a relação entre a massa e o volume e depende dos três parâmetros anteriores: salinidade, temperatura e pressão. A pressão, nesse caso, não tem um papel importante, já que a água é considerada incompressível. Do ponto de vista da oceanografia dinâmica, o ponto mais importante relativo ao campo de densidade ρ é a forma como essa grandeza varia com as mudanças dos campos de *T*, *S* e *p*. A densidade varia com a temperatura e salinidade de forma não linear através da equação de estado (UNESCO, 1981). A dependência com a salinidade tem maior peso. A água pura possui um máximo de densidade a 4 °C ao nível do mar.

A densidade ρ é expressa em $kg.m^{-3}$ ou, na oceanografia, representada por $\sigma_t = \rho - 1000$. Embora σ_t possua a mesma dimensão da densidade, por convenção, sua unidade é omitida. A variação da densidade, expressa em σ_t, é mostrada na Figura 6 para temperatura variando entre -2 e 30 °C e salinidade entre 20 e 40 g/kg, o que cobre a faixa observada em oceano aberto. Como regra prática aproximada, considera-se que a densidade aumenta 1 kg/m^3 para uma diminuição de temperatura de 5 °C, para um aumento de salinidade de 1 g/kg ou para um acréscimo de pressão de 2000 kPa (equivalente a um aumento de profundidade de aproximadamente 200 m).

Em águas oceânicas, observa-se maiores variações no campo de temperatura do que no campo de salinidade. Aproximadamente 90% do volume dos oceanos possui uma faixa de variação muito estreita, com temperatura variando entre -2 e 10 °C e salinidade entre 34 e 35, como mostra a Figura 6. Esse volume de água é em sua grande maioria composto por águas profundas.

Figura 6 – Variação da densidade (σ_t) em função de *T* e *S*.



2.1.1.4 Circulação costeira e efeito de Coriolis

Quando se considera o movimento de translação da Terra em torno do Sol, conclui-se que, como o raio de curvatura é muito grande e a velocidade angular pequena, o movimento pode ser aproximado por um movimento retilíneo e uniforme, ou seja, inercial. O mesmo não ocorre com o movimento de rotação em torno de seu próprio eixo, que gera forças adicionais sobre os corpos em movimento quando são estudados a partir de um sistema de coordenadas fixo à Terra (PETRONI, 2005).

A contribuição da rotação da Terra nos padrões da circulação oceânica pode ser compreendida com o seguinte exemplo: considere uma massa de água movendo-se para o Norte a partir do Equador. Quando deixa o Equador, a massa está se movendo tanto para Leste, com a mesma velocidade da superfície da Terra, quanto para o Norte, com sua velocidade inicial.

À medida que a massa se move para Norte, a Terra está girando para Leste, sob ela. No princípio, por possuir componente de velocidade para Leste de mesmo módulo que a da superfície da Terra, a massa de água parece seguir em linha reta. Por outro lado, a velocidade tangencial na superfície de um corpo que gira é função da distância da superfície ao eixo de rotação. Como a Terra é uma esfera, a distância ao eixo de rotação varia, fazendo com que sua velocidade tangencial na superfície se altere com a latitude. Assim, a velocidade da Terra para Leste na superfície é maior no Equador, diminuindo em direção aos polos, de forma que, à medida que a massa de água se move para Norte, a Terra move-se para Leste mais lentamente abaixo dela. Como resultado, em relação à Terra, a massa de água está se movendo não só para o Norte como também para o Leste, numa taxa progressivamente maior. Essa aparente deflexão de objetos que estão se movendo sobre a superfície da Terra, não sujeitos ao atrito, como parcelas de água ou de ar, é levada em conta através da chamada força de Coriolis.

Na realidade, trata-se não de uma força real, mas de um efeito devido ao fato de que o sistema de referência adotado, fixo a um ponto qualquer na Terra, está em rotação (referencial não inercial), com velocidade tangencial dependente da posição.

A força de Coriolis é expressa, por unidade de massa, como o seguinte produto vetorial:

$$C = 2\vec{\Omega}\times\vec{V}$$

Onde:

$\vec{\Omega}$ = velocidade de rotação da Terra;

$\vec{V}$= velocidade da massa de água em relação à Terra.

Apenas a componente horizontal C_H é significativa em estudos oceanográficos:

$$C_H = 2\Omega\sin(\varphi)V_H\times\vec{k}$$

Onde:

φ = latitude;

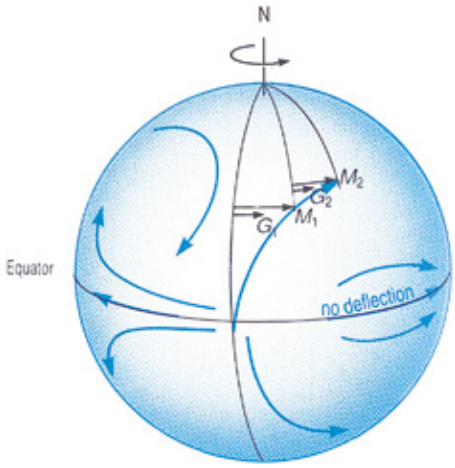
$V_H = u\vec{\imath} + \upsilon\vec{\jmath}$= velocidade horizontal;

$\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$ = vetores unitários nas direções *x, y* e *z.*

A força de Coriolis só existe quando há movimento em relação à Terra, ou seja, quando $\vec{V} \neq 0$ atua em ângulos retos em relação aos movimentos, defletindo-os para direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul, independentemente de sua direção inicial, como na Figura **7**. Sua magnitude aumenta de zero (ϕ = 0°) no Equador até o máximo nos polos (ϕ = 90°).

Ventos e correntes oceânicas são movimentos relativamente lentos, sendo significativamente afetados pelo efeito de Coriolis. Exemplificando, uma massa de água movendo-se a 0,5 m/s numa latitude de 45° irá deslocar-se 1.800 m em uma hora e durante essa hora ela será defletida a 300 m em relação à sua trajetória de partida (assumindo que nenhuma outra força esteja se opondo a esse movimento).

Figura 7 – Deflexões causadas pelo efeito de Coriolis.



Fonte: The Open University (2001), pág. 12.

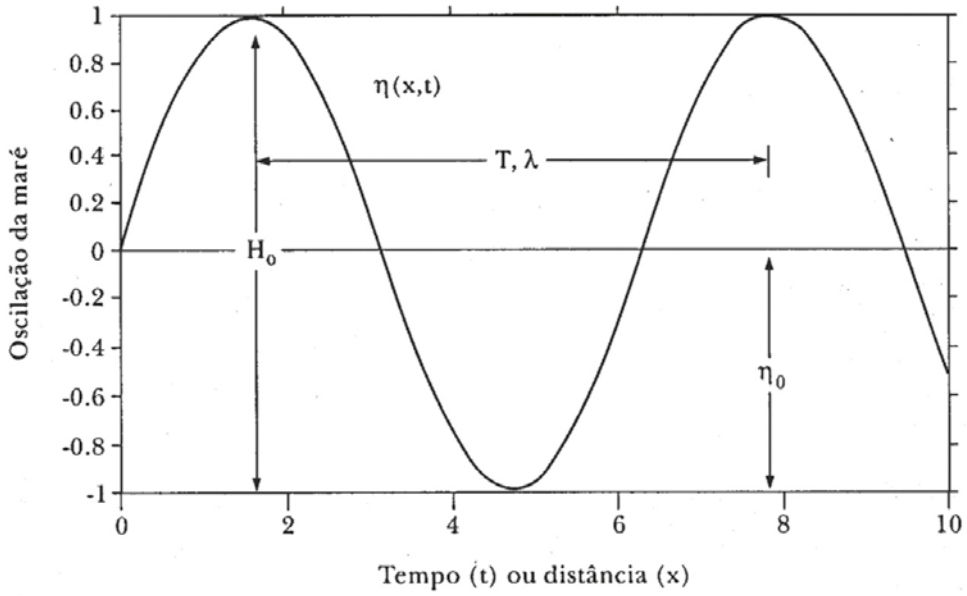
2.1.1.5 Ondas geradas pelo vento

Pode-se assumir que as ondas geradas pelo vento na superfície do oceano possuem uma forma simples, similar a uma senoide (em uma seção vertical).

As ondas geradas pelo vento no oceano são consequência direta do campo de vento, atuando por algumas horas sobre uma grande área da superfície do mar denominada pista do vento. Como resultado desse processo, ocorre a formação de oscilações irregulares da superfície, as quais se propagam, afastando-se do ponto da ação direto do vento e passando a ser referidas por *swell*. O *swell* consiste de conjuntos uniformes de ondas que sofrem decaimento à medida que o comprimento de onda (distância entre duas cristas consecutivas) aumenta e a altura da onda diminui (diferença da elevação entre os níveis máximo – crista ou preamar – e mínimo – cavado ou baixa-mar). À medida que essas ondas atingem águas mais rasas, um processo de amplificação tem início. A velocidade e o comprimento da onda diminuem e a sua altura aumenta até atingir um máximo, onde ocorre a sua quebra e dissipação nas praias.

A Figura **8** apresenta o perfil vertical de uma onda com suas dimensões características.

Figura 8 – Onda simétrica com dimensões características.

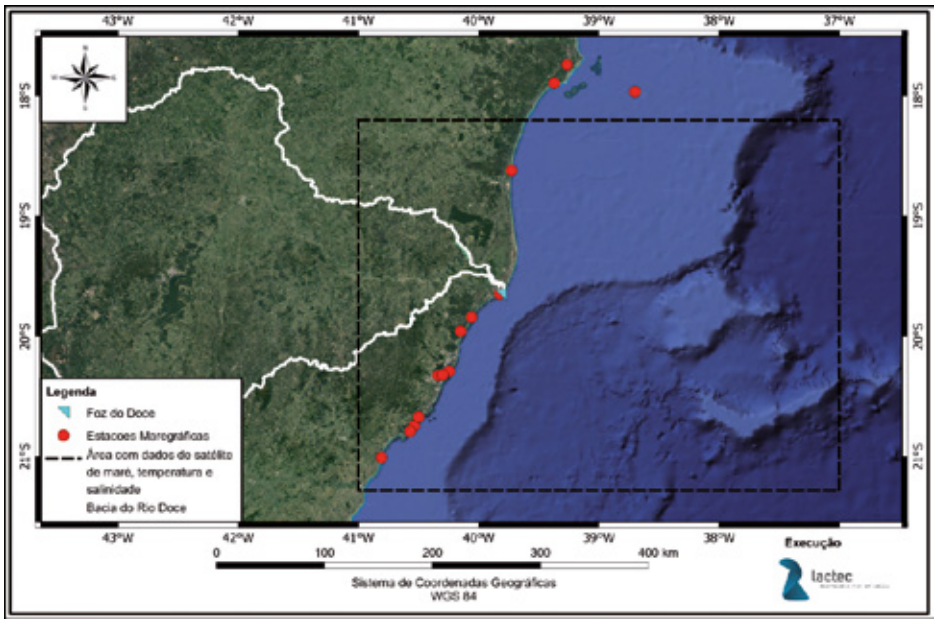


Fonte: Miranda, Castro e Kjerfve (2002).

2.1.2 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência do estudo é o litoral do Espírito Santo, já que é incerto o caminho que a pluma de rejeitos seguiu no mar. Quando existente, cada resultado irá mostrar os pontos utilizados na parte dos resultados. A Figura **9** mostra a localização das estações que se encontram na região próximo à foz do rio Doce e da área onde foram obtidos os dados de reanálise e de modelagens globais.

Figura 9 – Localização de estação de monitoramento encontrada na região.



2.1.3 METODOLOGIA

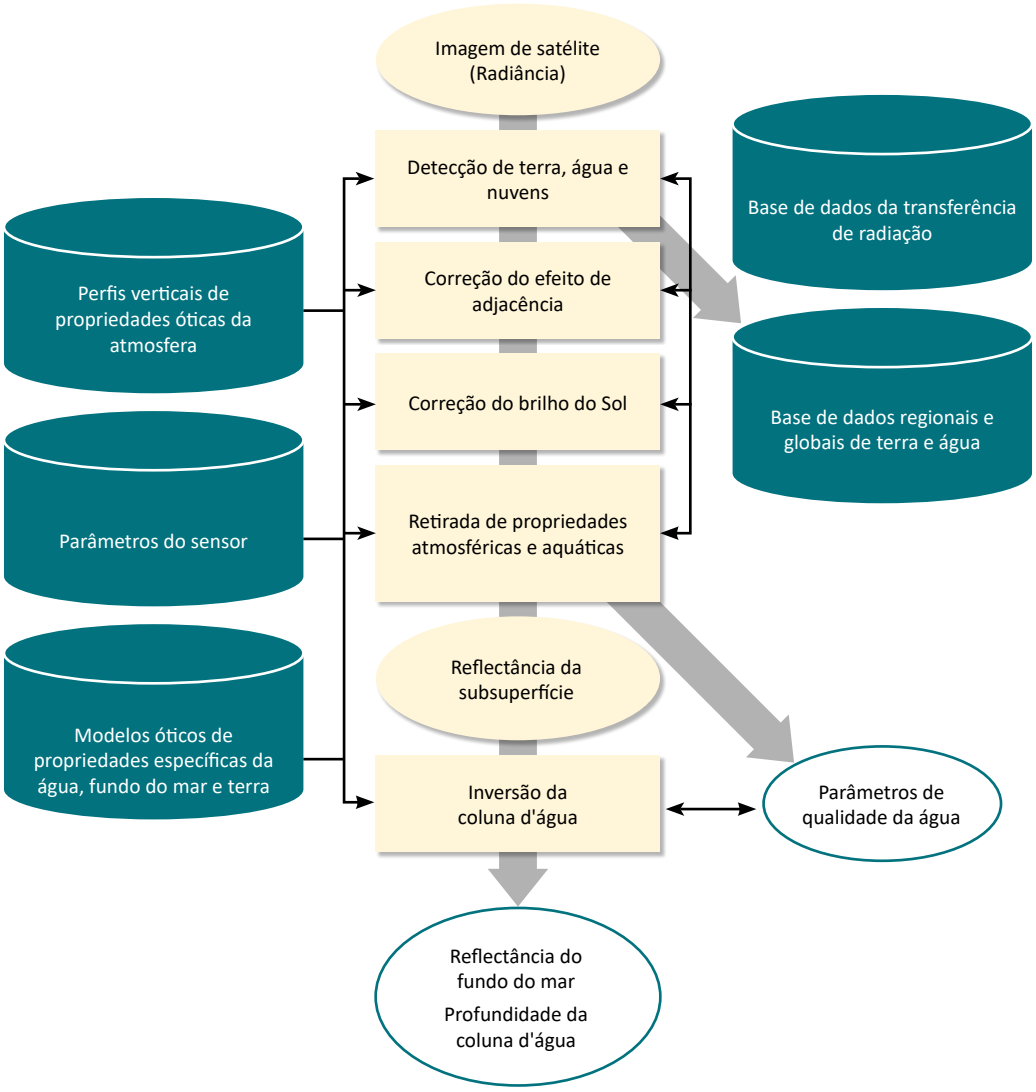
A caracterização do ambiente marinho se deu por meio de investigação de dados na literatura, dados históricos e dados de modelagem anteriores ao desastre, isto é, antes de novembro de 2015.

As informações de batimetria e linha costeira utilizaram os dados da CPRM/ANP (2013). Os níveis e marés foram obtidos dos estudos da COPPE (2017) e das constituintes harmônicas do banco de dados da *International Hydrographic Organization* (IHO). Os ventos foram obtidos por dados globais de reanálise do conjunto de dados ERA-Interim. Os dados de temperatura, salinidade e circulação costeira foram retirados do modelo HYCOM (WALLCRAFT; METZGER; CARROLL, 2009). Os dados de ondas foram obtidos na literatura.

O transporte de sedimento costeiro foi avaliado por estimativas da turbidez geradas por sensoriamento remoto. A avaliação da turbidez foi realizada por meio de sensoriamento remoto. Esse método estima a turbidez com base na luz refletida pelo corpo de água.

O levantamento de imagens foi realizado pelo sistema da empresa alemã EOMAP, chamado MIP (*Modular Inversion and Processing System*). O MIP é um sistema independente do sensor que pode estimar parâmetros de qualidade da água das mais variadas fontes de imagens de satélite. A arquitetura MIP sistematicamente cuida das propriedades óticas e características de cada sensor e aplica as correções seguindo o fluxo de trabalho mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Fluxo de trabalho do sistema MIP da EOMAP.



Os parâmetros de qualidade da água derivados de imagens de satélite foram a turbidez. O processamento foi realizado com as imagens do satélite MODIS para o período de novembro de 2013 a novembro de 2015, totalizando 584 imagens. O satélite MODIS possui cerca de 500 m de resolução e frequência de retorno de 1 dia.

De posse das imagens de satélite, no formato GeoTIFF, referentes à série histórica de alguns dos parâmetros que indicam a qualidade da água do rio Doce, foram extraídas, para cada coordenada, as séries de dados de interesse.

Como há presença de nuvens e outras interferências que bloqueiam a visão do satélite, alguns dos valores não estão disponíveis. Isso não causa problemas sérios, já que o interesse recaí sob a distribuição dos valores, desconsiderando a dependência temporal. Sendo assim, a quantidade de dados válidos é suficientemente grande para que os cálculos dos quantis e outras quantidades relacionadas à distribuição façam sentido.

Os percentis 90, 95 e 99 são os valores de turbidez que dividem os dados de forma que 90%, 95% e 99% deles fiquem abaixo desse valor e o restante fique acima. Esses percentis foram a métrica escolhida para analisar valores extremos de turbidez que ocorrem no ambiente costeiro. Ao contrário

do máximo, os percentis são mais robustos, pois não dependem apenas de uma única medição que está sujeita a incertezas e pode até estar totalmente errado.

Os percentis foram calculados por meio da série histórica em cada um dos pontos (pixel do GeoTIFF). Além disso, mapas contendo os percentis foram produzidos para avaliar os valores extremos de turbidez espacialmente.

2.1.4 RESULTADOS

2.1.4.1 Batimetria e linha costeira: mostrando as cartas náuticas e linha costeira em geral

A batimetria da área costeira e a linha costeira estão disponíveis em forma de cartas náuticas. Por meio dessas informações, pode ser gerado um Modelo Digital de Terreno (MDT) consolidado do fundo do mar. As cartas náuticas obtidas do Centro de Hidrografia da Marinha (BRASIL, 2017) foram:

- 142001 – Proximidades da Barra do Riacho (escala 1:50.000);
- 142002 – Terminal Barra do Riacho (escala 1:15.000);
- 1402 – Do Pontal da Regência à Ponta do UBU (escala 1:150.000);
- 22700 – Da Ponta Cumuruxatiba à Conceição da Barra (escala 1:300.000);
- 22800 – Da Conceição da Barra a Vitória (escala 1:300.000);
- 22900 – De Vitória ao cabo São Tomé (escala 1:300.000);
- 1410 – Proximidade do Porto de Vitória e Tubarão (escala 1:150.000).

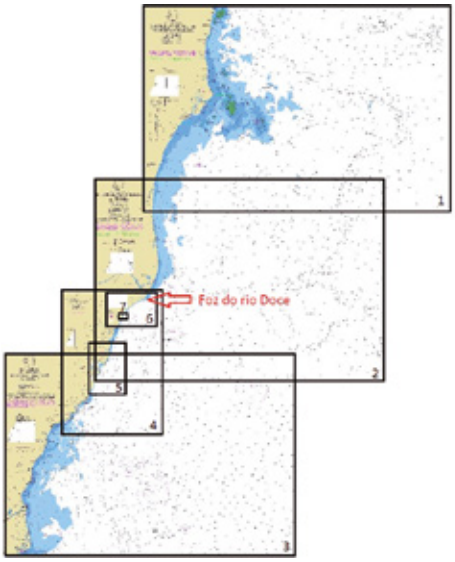
A batimetria da região estuarina (rio Doce próximo à foz com influência das marés) antes do desastre poderá ser obtida do estudo denominado *Modelagem Computacional da Captação de Água e Descarte de Efluentes do Complexo Gás-Químico UFN-IV no Rio Doce (ES)*. Esses dados já foram solicitados para a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), entretanto, até o fechamento deste relatório, estes ainda não tinham sido disponibilizados. Esses dados batimétricos foram levantados em junho de 2011, segundo COPPE (2017, pág. 16):

> Tais medições da cota do fundo do rio foram realizadas de 01/06/2011 a 10/06/2011 e apresentam um alto nível de detalhamento, possibilitando uma boa caracterização dos bancos existentes. Comparações deste trecho do rio Doce com imagens mais atuais disponíveis no Google Earth mostram que a posição de bancos de sedimentos e ilhas não mudou de modo relevante de 2011 para 2015. Portanto, os dados de 2011 são adequados.

A Figura 11 apresenta a articulação dessas cartas náuticas e a localização da foz do rio Doce. A Figura 12 apresenta o detalhe da carta náutica nas proximidades da foz do rio Doce (142001 – Proximidades da Barra do Riacho).

O processamento dos dados das cartas náuticas, que possibilitará a geração da batimetria em informação digitalizada, será realizado em etapa posterior. Para a presente fase é possível caracterizar tridimensionalmente o fundo da área costeira através do trabalho apresentado por CPRM/ANP (2013). O referido estudo apresenta as imagens da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) realizada pela NASA no ano de 2000. As imagens de SRTM utilizadas neste estudo têm uma resolução de 900 m x 900 m (30 arcos de segundo) para cada pixel. A Figura 13 apresenta a batimetria apresentada em CPRM/ANP (2013).

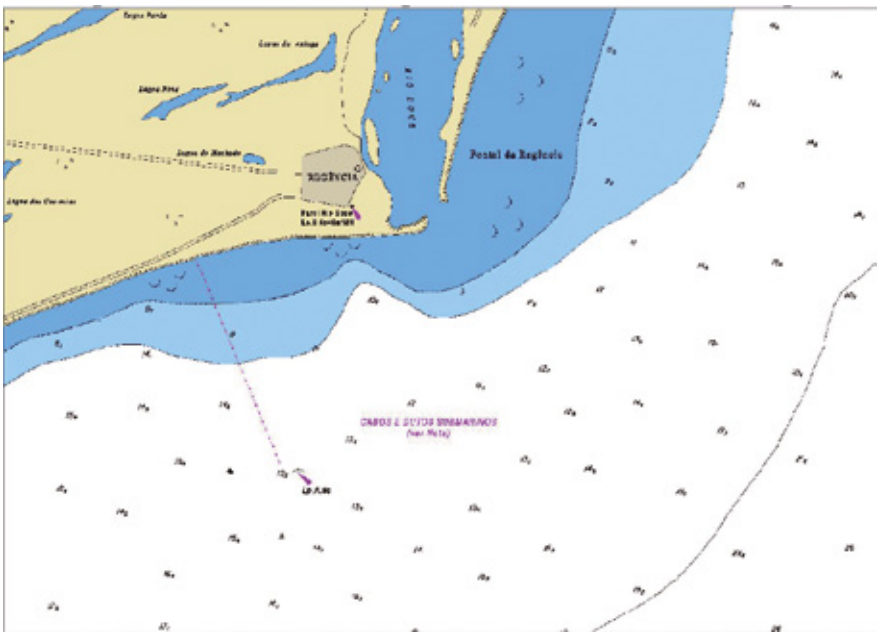
Figura 11 – Articulação das cartas náuticas que representam a batimetria da área costeira.



Legenda:
1 - 22700 – Da Ponta Cumuruxatiba à Conceição da Barra
2 - 22800 – Da Conceição da Barra a Vitória
3 - 22900 – De Vitória ao cabo São Tomé
4 - 1402 – Do Pontal da Regência à Ponta do UBU
5 - 1410 – Proximidade do Porto de Vitória e Tubarão
6 - 142001 – Proximidades da Barra do Riacho
7 - 142002 – Terminal Barra do Riacho

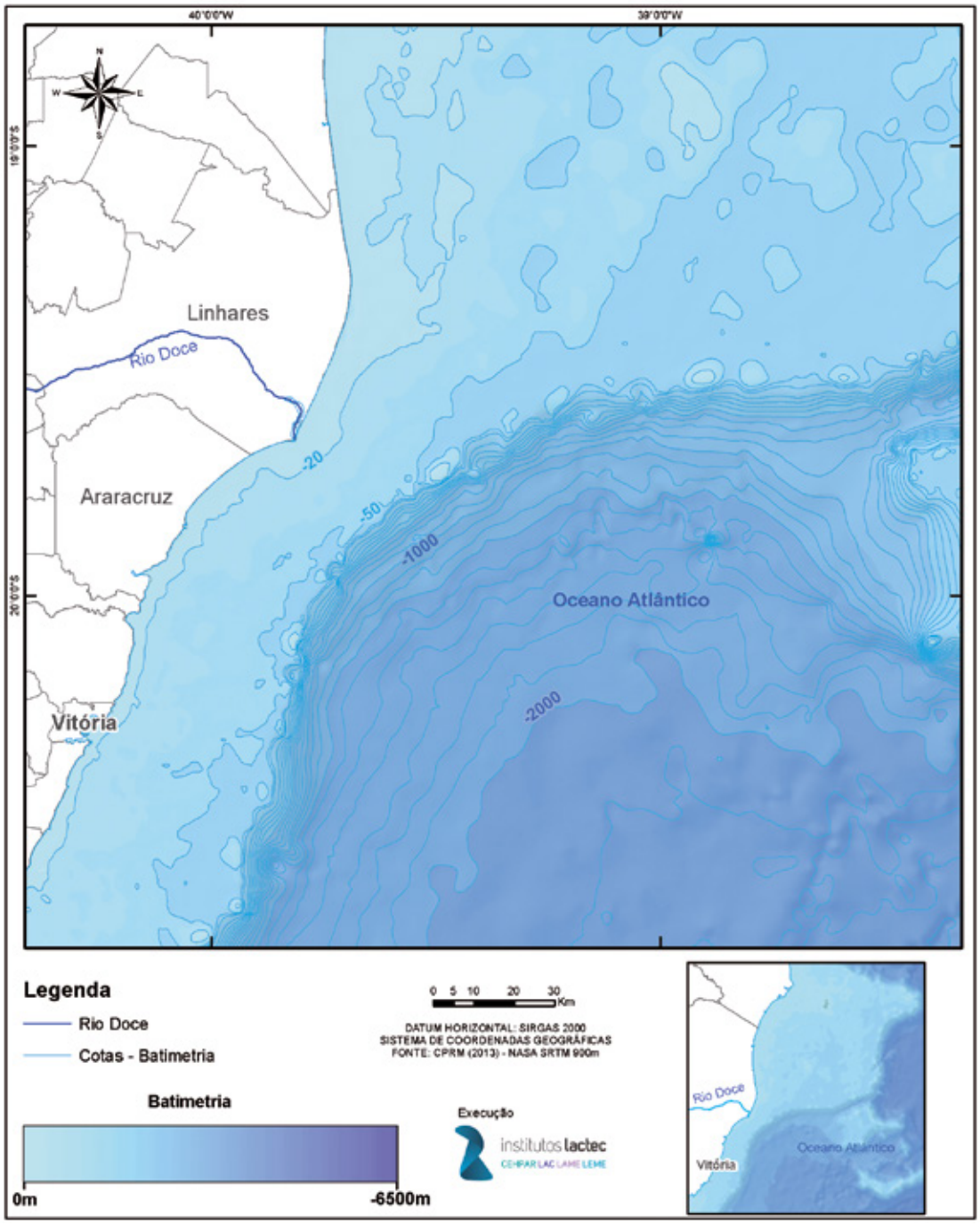
Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

Figura 12 – Batimetria do oceano junto à foz do rio Doce (parte da carta náutica "Proximidades da Barra do Riacho").



Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

Figura 13 – Batimetria da área costeira obtida das imagens da missão SRTM.

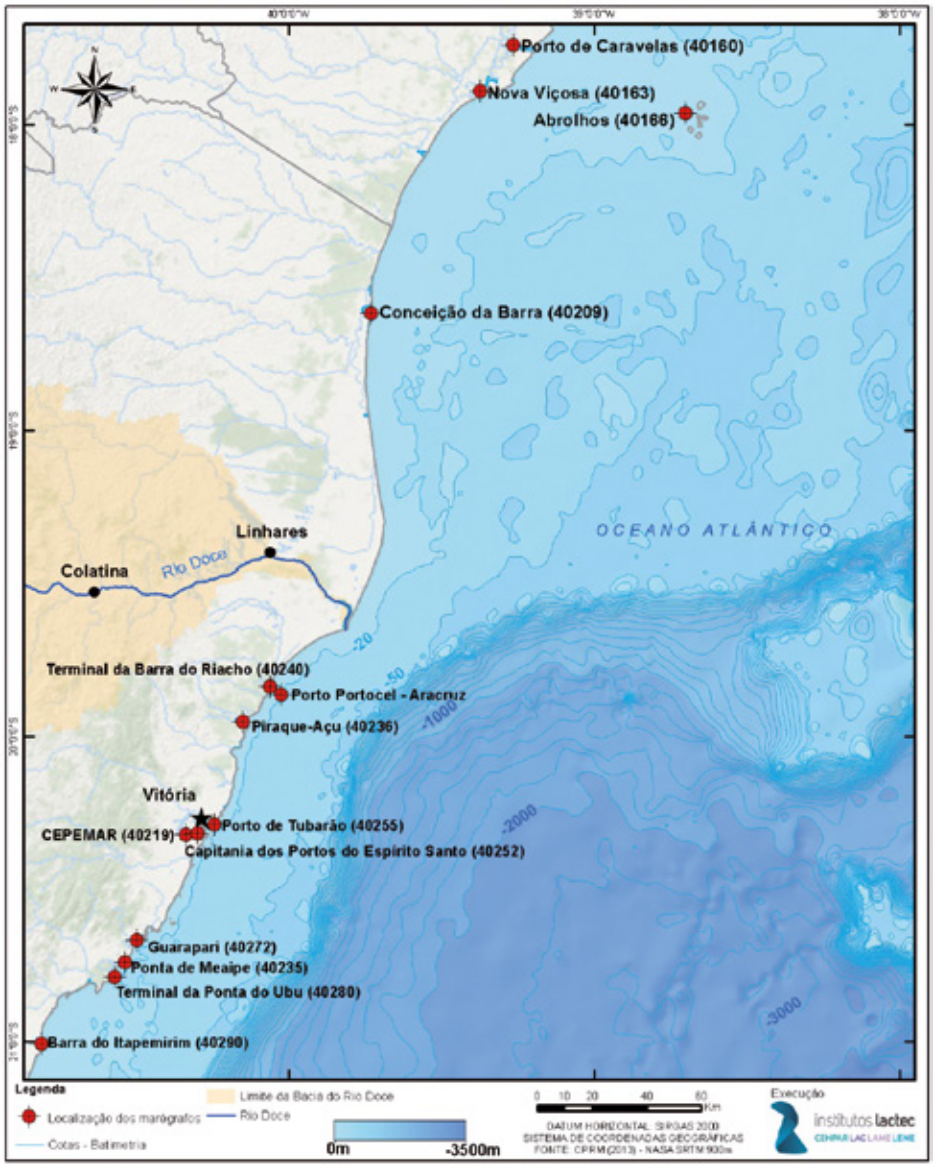


2.1.4.2 Níveis e marés

A Figura 14 apresenta a localização de marégrafos existentes na área de estudo. Os marégrafos mais próximos à foz do rio Doce são: “Conceição da Barra – 40209”, “Nova Viçosa – 40163” e “Abrolhos – 40166”, ao norte da foz do rio Doce; “Terminal Barra do Riacho – 40240”, “Piraquê-Açu – 40240” e “Porto de Tubarão – 40255”, ao sul da foz do rio Doce. Segundo a COPPE (2017), existe ainda um marégrafo localizado bem na foz do rio Doce no distrito de Regência (município de Linhares), cujos dados são utilizados pela UFES.

Para a área de estudo, a sequência de marés de sizígia (maior variação do nível de água) e quadratura (menor variação) é intercalada a cada 14,6 dias conforme estudo da COPPE (2017). Esse estudo se baseou nos dados de junho de 2011 do marégrafo localizado no distrito de Regência na foz do rio Doce (coordenadas do marégrafo: 413362,61 N e 7827614,67 UTM-Datum WGS84).

Figura 14 – Localização dos marégrafos na região.

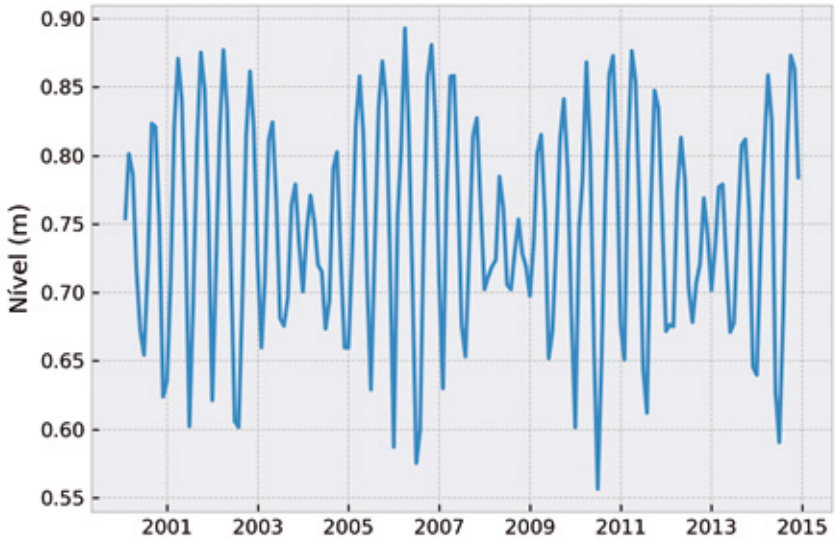


As características típicas da maré astronômica na região da foz do rio Doce são analisadas na sequência. As alturas da maré assim como seus constituintes harmônicos foram analisados. Os parâmetros dos constituintes foram retirados da estação Regência que está no banco de dados da *International Hydrographic Organization* (IHO) e os seus valores são apresentados na Tabela 1. No caso extremo, isso quando todos os componentes harmônicos estiverem em fase, a amplitude seria de 1,16 m. Como esse fenômeno tem baixíssima probabilidade de ocorrer, a amplitude da maré astronômica em média atinge os 75 cm. Além disso, é possível notar que existe uma oscilação interanual de 4 anos com amplitude de 14 cm.

Tabela 1 – Dados das constituintes harmônicas da estação de Regência obtidos no banco de dados da *International Hydrographic Organization* (IHO).

Constituinte	Amplitude (m)	Fase (graus)
M2	0,391	180,6
S2	0,189	192,6
MM	0,094	77,5
O1	0,085	136,8
K2	0,051	192,8
K1	0,045	188,6
MSF	0,04	79,3
N2	0,039	153,1
L2	0,035	336,7
M4	0,019	279,6
Q1	0,018	112,7
2MS6	0,017	329,1
P1	0,015	188,4
MS4	0,015	294,2
T2	0,011	192,5
OO1	0,01	117,6
MU2	0,009	172,4
2SM2	0,009	336,6
NU2	0,008	153,3
M6	0,008	340,4
J1	0,007	352,9
SN4	0,006	12,4
M3	0,005	255,9
2N2	0,005	125,7
SIGMA1	0,003	88,9
MO3	0,003	158,4
MN4	0,003	239,4
2SM6	0,003	46,8
MSN6	0,003	254,6
2Q1	0,002	88,7
MK3	0,002	51,8
2MN6	0,002	85,3
M1	0,001	41,9
PI1	0,001	188,3
FI1	0,001	188,9
Soma	**1,16**	

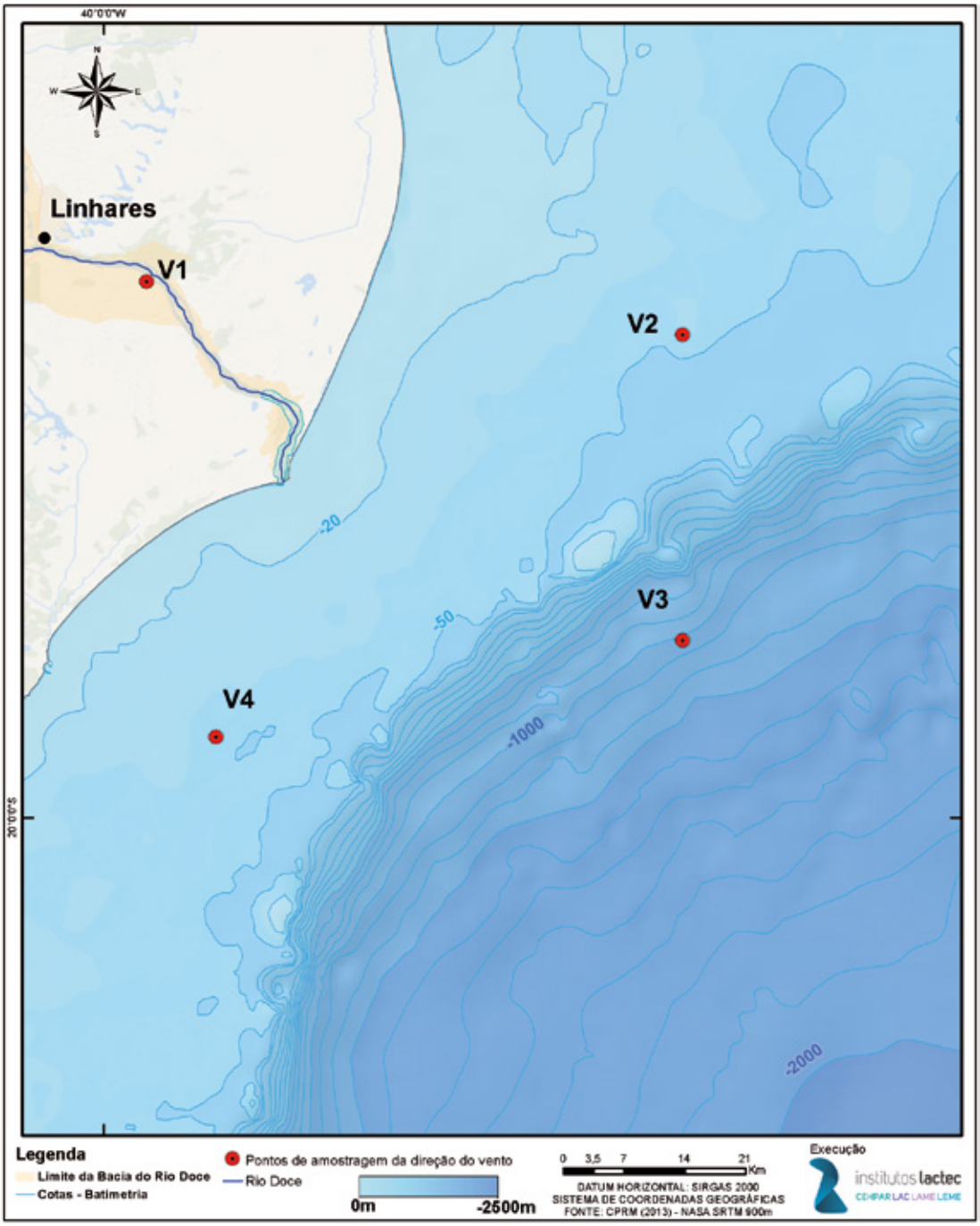
Figura 15 – Amplitude máxima da maré, mês a mês, simulada por meio dos constituintes harmônicos da estação Regência do início do ano 2000 até final de 2014.



2.1.4.3 Vento

Para apresentar a caracterização dos ventos, estes foram obtidos do modelo de reanálise ERA-Interim, disponibilizado pelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Esse modelo obtém uma estimativa dos ventos ocorridos em qualquer ponto e é baseado em dados coletados por diversas formas (estações meteorológicas em terra, navios, boias de observações no mar etc.). Foram obtidos ventos do ERA-Interim de três pontos no mar e um próximo à cidade de Linhares. Esses pontos são apresentados na Figura 16.

Figura 16 – Localização dos pontos para estimativa dos ventos.



Para ilustrar o comportamento dos ventos, são apresentadas, para cada um dos quatro pontos selecionados, rosas dos ventos (gráfico representativo da direção, velocidade e frequência dos ventos) para um ano completo, para o período de seca (junho a agosto) e para o período chuvoso (dezembro a fevereiro). Para obter as estimativas apresentadas nas figuras, foi selecionado o ano de 2016 e parte de 2017. O objetivo de tal ilustração é apenas de demonstrar genericamente esse tipo de informação. Essa caracterização servirá primordialmente para embasar os cenários que serão simulados em futuras modelagens e corresponderão aos períodos selecionados para simulações.

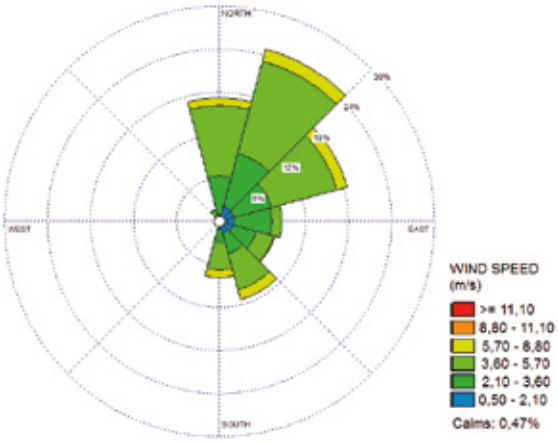
Os ventos não sofreram influência do evento, portanto não correspondem a fenômenos que serão submetidos a comparações entre resultados de linha-base e obtidos pós-desastre.

Entre a Figura 17 e a Figura 20, são apresentadas as rosas dos ventos para cada um dos quatro pontos selecionados, sendo que a rosa superior é a de um ano completo (a), a central é a de período seco (b), e a inferior é do período chuvoso (c).

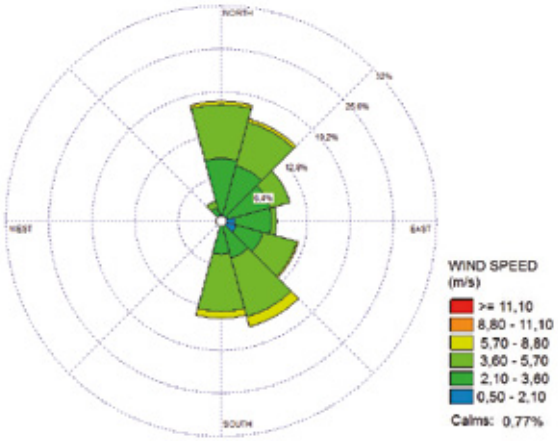
Pode-se verificar a predominância dos ventos de N e NE, sendo que os ventos de S observados no inverno são gerados, conforme já citado, em ocasião da passagem das frentes frias. A direção dos ventos não muda muito entre os quatro locais. Apenas observa-se que para a localização 1, situada no rio Doce a cerca de 30 km a montante da foz no oceano, como esperado, a intensidade dos ventos é menor que para os outros pontos selecionados.

Figura 17 – Rosa dos ventos para a localização 1.

a) Anual



b) Inverno



c) Verão

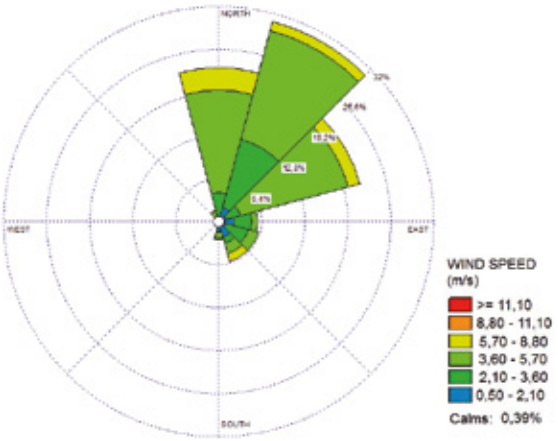
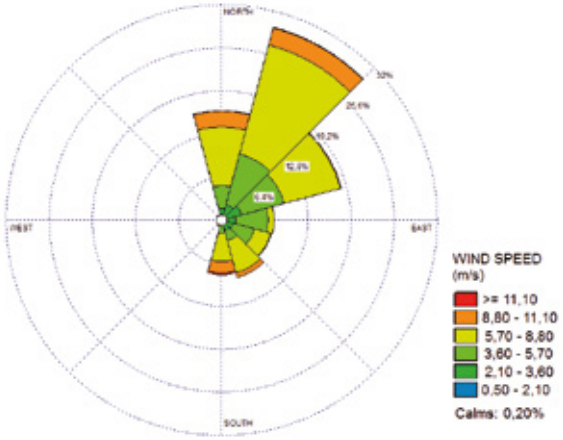
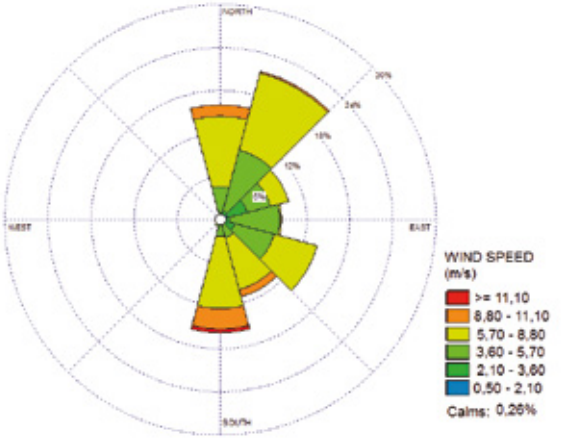


Figura 18 – Rosa dos ventos para a localização 2.

a) Anual



b) Inverno



c) Verão

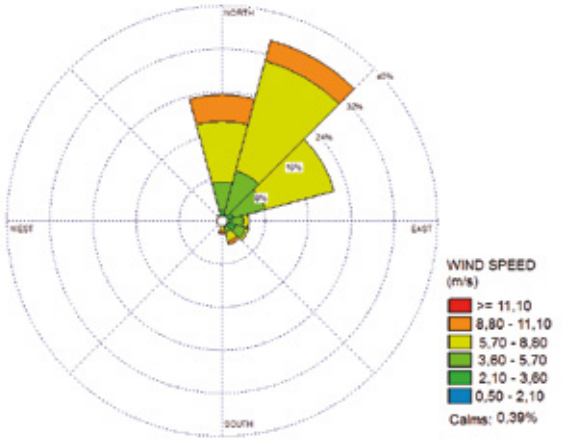
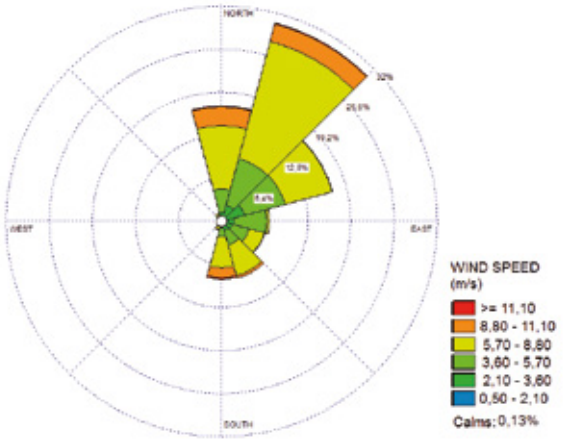
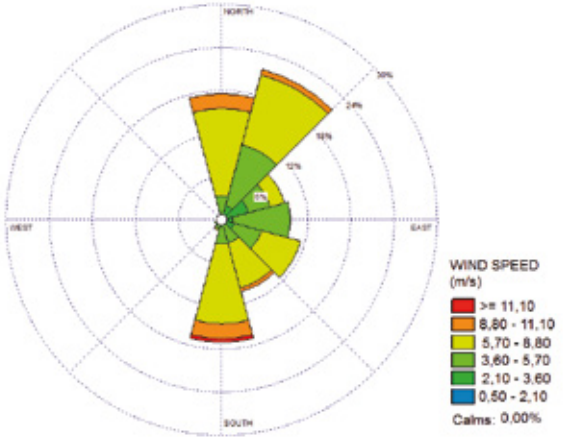


Figura 19 – Rosa dos ventos para a localização 3.

a) Anual



b) Inverno



c) Verão

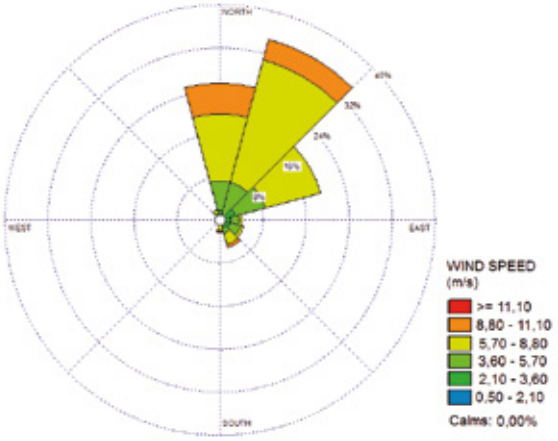
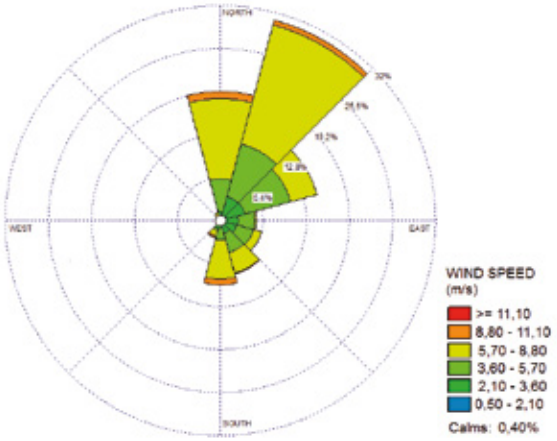
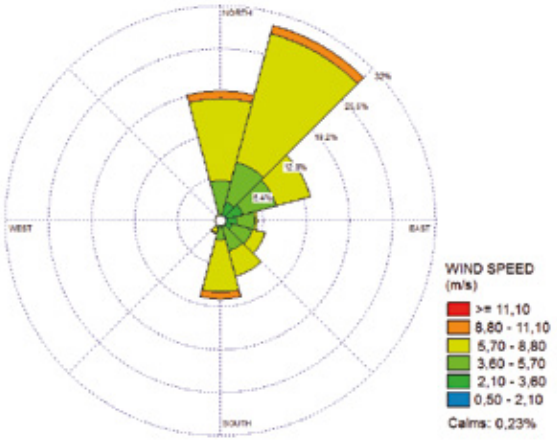


Figura 20 – Rosa dos ventos para a localização 4.

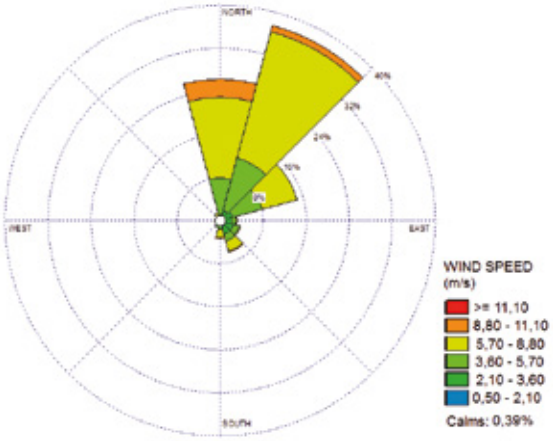
a) Anual



b) Inverno



c) Verão



2.1.4.4 Estratificação e descargas de rios

A temperatura, salinidade e pressão são importantes parâmetros para formar a base da descrição dos oceanos. A massa de água conhecida como Água Central do Atlântico Sul, que compõe parte do fluxo da corrente do Brasil, caracteriza-se por temperaturas entre 6 e 20 °C e salinidades entre 34,6 e 36. Essa maior variação do campo de temperatura produz uma dependência natural da densidade em relação à temperatura. A descrição detalhada do histórico de análises de salinidade e temperatura encontra-se no item **2.2 Qualidade das Águas**.

2.1.4.4.1 Temperatura

A variabilidade espacial da temperatura na área de estudo foi caracterizada por meio dos resultados do modelo HYCOM (WALLCRAFT; METZGER; CARROLL, 2009). Esse modelo de oceanos possui coordenadas híbridas que permitem a caraterização global do oceano, considerando suas enormes diferenças de profundidades. O período avaliado foi de setembro de 2008 até setembro de 2015, ou seja, 8 anos de dados. As imagens inseridas na Figura **21** mostram o comportamento médio da temperatura em cada mês do ano. Observa-se que existe uma variabilidade anual de aproximadamente 10 psu, a temperatura entre junho e novembro é menor do que as temperaturas que ocorrem entre dezembro e maio.

Além dos dados do modelo, foram avaliados os dados da boia fixa, 19S34W, do projeto *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA). A boia está localizada na longitude 325.332° e na latitude -18.865°. A série temporal dos dados da boia, no período de 2005 a 2018, é apresentada na Figura **22**. Nota-se que até 100 m de profundidade a temperatura varia no máximo 6 °C, chegando até 21 °C.

Figura 21 – Temperatura no mar típicas para cada mês, médias de 2008 a 2015. O ponto azul mostra a localização da foz do rio Doce.

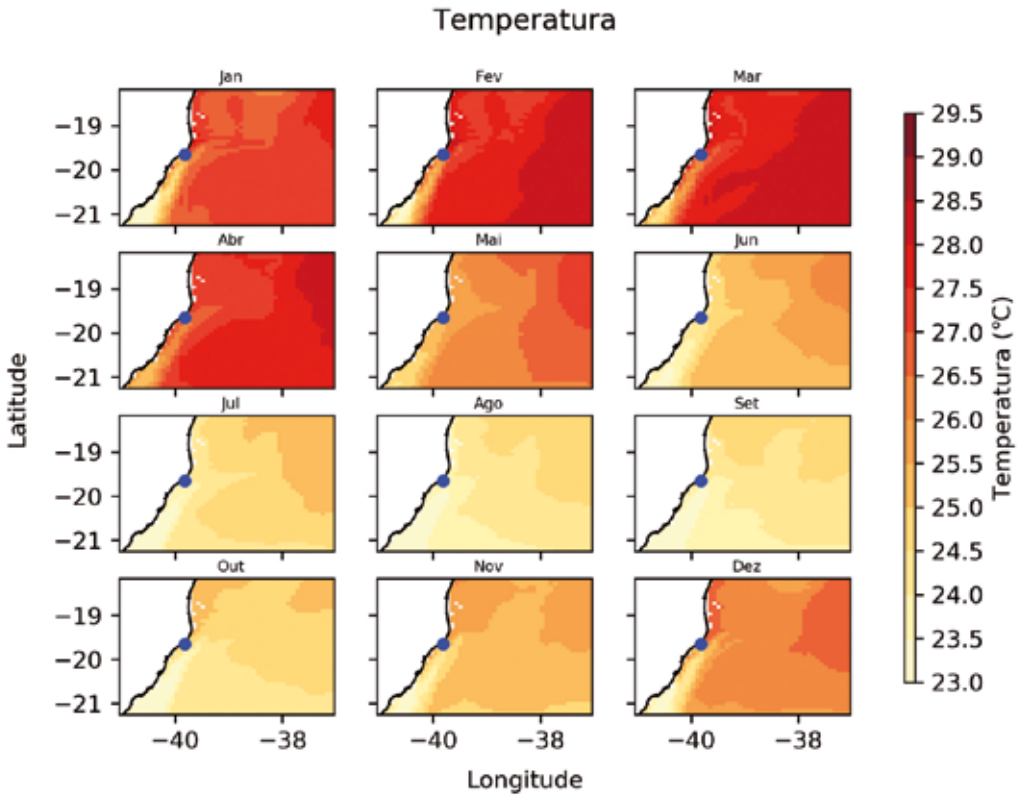
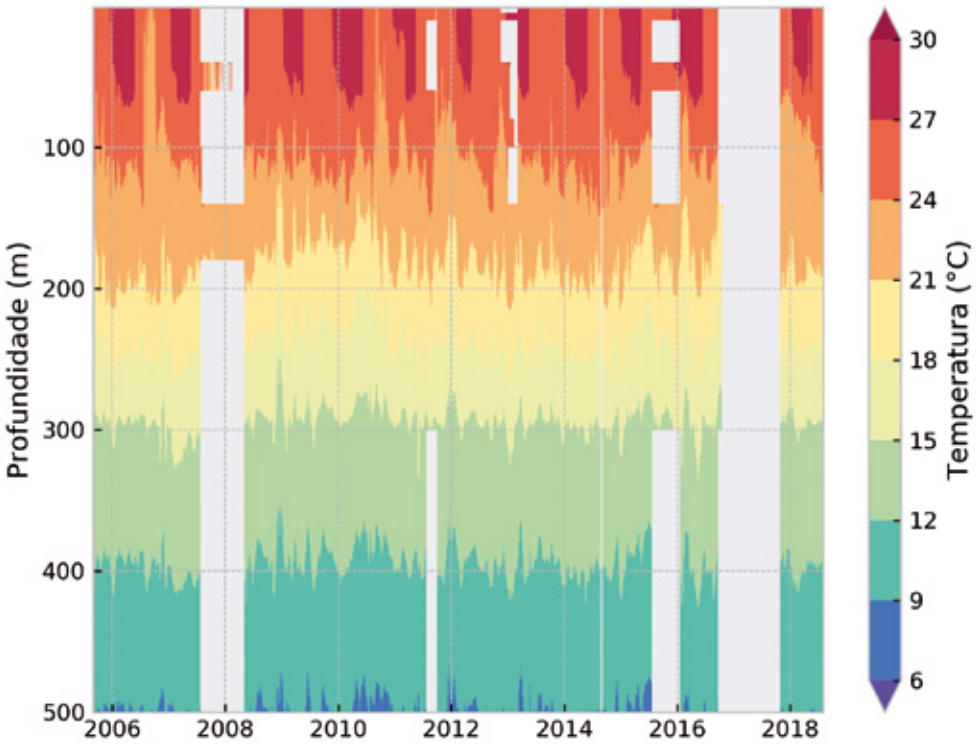


Figura 22 – Série temporal de temperatura na boia do programa PIRATA da marinha.



2.1.4.4.2 Descargas fluviais

No litoral do Espírito Santo, onde se encontra a foz do rio Doce, existem outras duas grandes sub-bacias: São Mateus, Itanhém e outros, e a sub-bacia Litorâneas do Espírito Santo, conforme é apresentado no mapa da Figura 23.

A contribuição média de água nessas três bacias é mostrada na Tabela **2**. A bacia do Rio Doce é a maior bacia em termos de área e em termos de vazão. Sendo que a vazão da bacia do Rio Doce corresponde a cerca de 50% de toda a vazão que vai ao mar pelas três sub-bacias do Espírito Santo. A bacia de São Mateus, Itanhém e outros é a segunda maior e contribui com 33% da vazão.

Considerando uma produção homogênea em todas sub-bacias, é de se esperar também que a contribuição de sedimentos advindas de cada sub-bacia é proporcional a vazão. No entanto, só existem dados suficientes de vazão sólida para a bacia do Rio Doce[1].

Figura 23 – Sub-bacias no litoral do Espírito Santos.

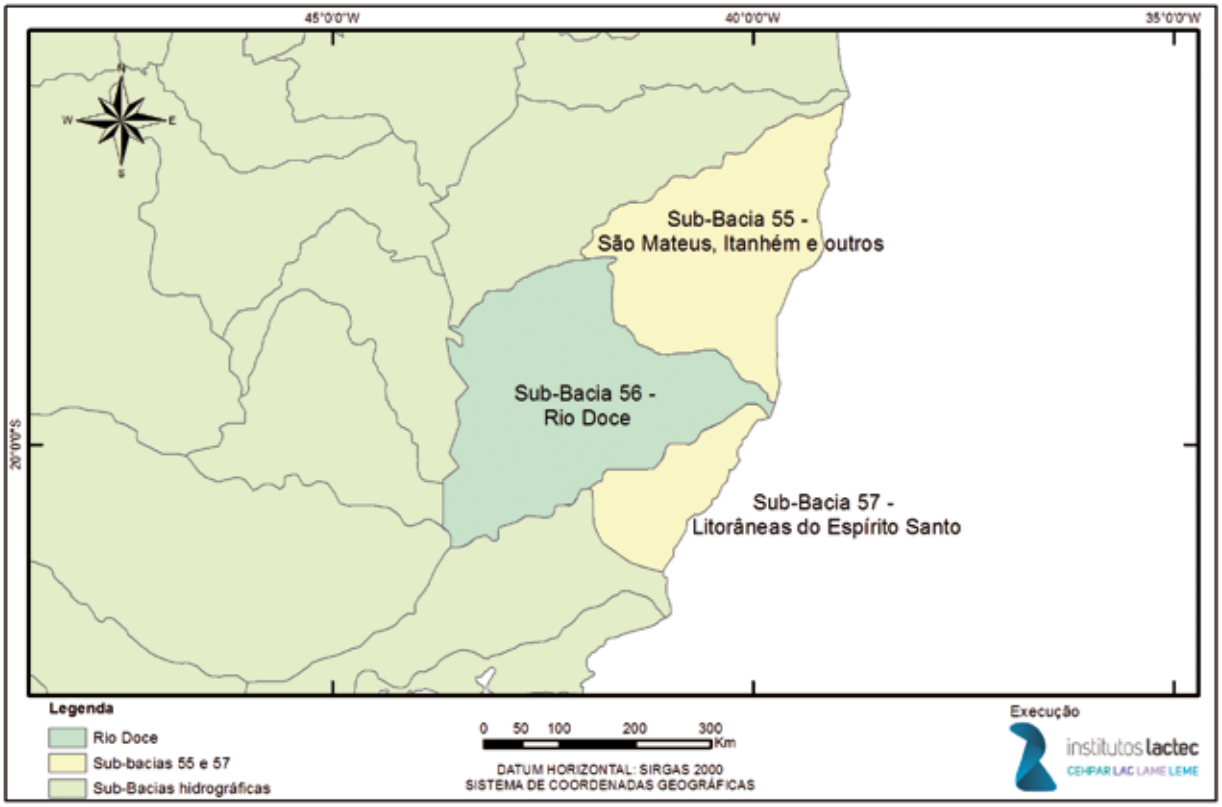


Tabela 2 – Estimativas da descarga média de água no mar por bacia.

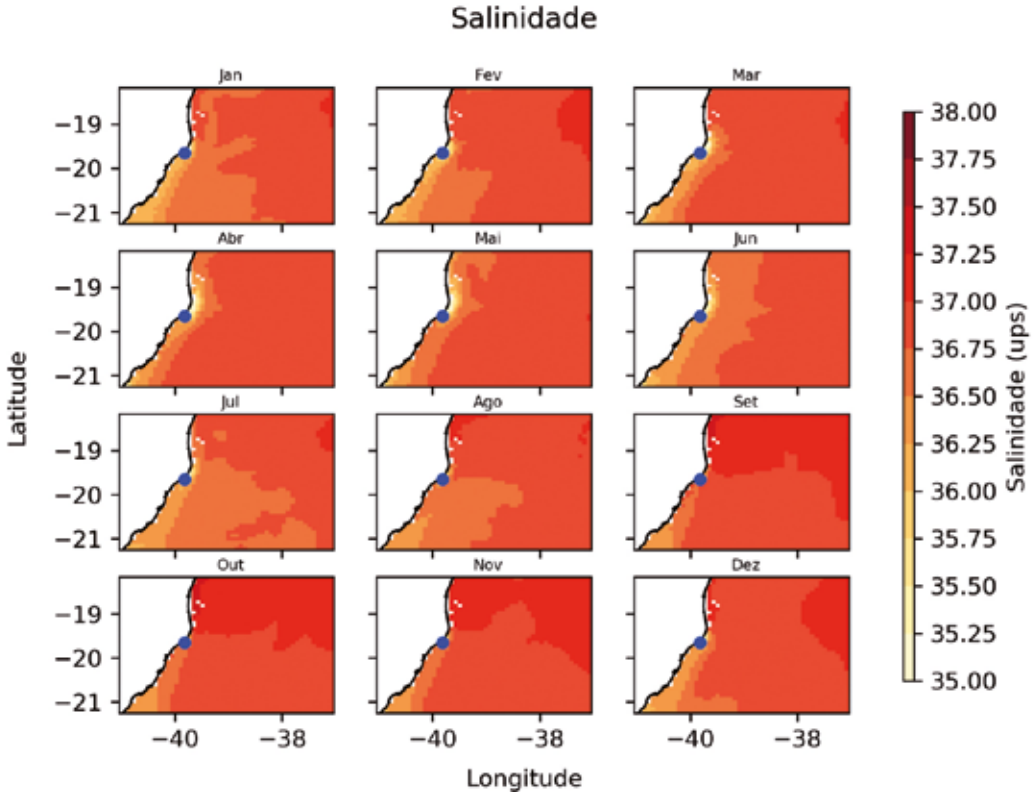
	São Mateus, Itanhém e outros	Litorâneas do ES	Rio Doce
Código ANA da Sub-Bacia	55	57	56
Vazão específica (L/s/km²)	7.9	15.4	10.2
Área (km²)	65706	20832	83770
Vazão (m³/s)	522	321	854
Contribuição	31%	19%	**50%**

1 Para mais detalhes, ver o capítulo **Ambiente Fluvial** no volume *Ambientes Aquáticos Continentais*.

2.1.4.4.3 Salinidade

A salinidade foi analisada por meio dos dados do modelo HYCOM e sua sazonalidade é a apresenta na Figura 24. A variação de salinidade é de aproximadamente 2 ups (unidade prática de salinidade) e acontece próximo à foz do rio Doce. As variações condizem com as correntes, nos meses em que a direção predominante é a sul, isto é, entre setembro e março, parece haver uma pluma na foz do rio Doce onde a salinidade é levemente reduzida. Já entre abril e agosto, essa corrente na direção sul é reduzida e a salinidade também reduzida um pouco ao norte da foz.

Figura 24 – Salinidade típica no ambiente costeiro, médias mensais de 2008 a 2015. O ponto azul indica a foz do rio Doce.



2.1.4.5 Circulação costeira

A Figura 25 apresenta as principais correntes marítimas. Por meio dessa figura, observa-se que o Brasil está sob a influência da corrente do Brasil. Marta-Almeida et al. (2016) resumiram a característica da corrente do Brasil com origem na bifurcação da corrente sul equatorial na latitude 17S em julho e 13S em novembro (RODRIGUES; ROTHSTEIN; WIMBUSH, 2007). A corrente do Brasil vira uma corrente estável de norte para sul, sul da latitude 20S.

A corrente do Brasil corresponde à corrente marítima predominante, que próximo à região litorânea do continente os ventos e marés são os principais forçantes que influenciam a circulação nas zonas costeiras (TOMCZAD, 1998 apud IEMA, 2014). Ainda, de acordo com a Concremat (2007 apud IEMA, 2014, pág. 659-660), "[...] na região costeira, a circulação forçada por vento em escala local exerce uma influência maior do que aquela ligada ao escoamento termohalina (regido pela diferença de densidade entre as diversas massas de água dos oceanos), que governa o fluxo médio da CB (Corrente do Brasil)."

Figura 25 – Correntes marítimas verificadas ao longo do globo terrestre.

Fonte: Paraná (2017).

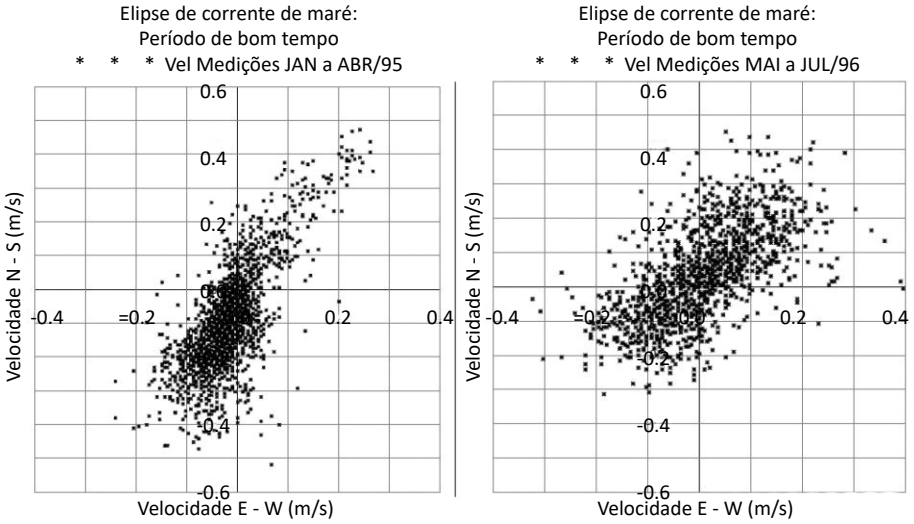
A circulação de grande escala na costa brasileira norte de Abrolhos (incluindo o banco de Abrolhos) foi estudada e descrita em Campos (2006), Amorim et al. (2012) e Amorim et al. (2013), mostrando uma forte influência de variações sazonais devido ao vento e circulações de mesoescala na circulação da região da plataforma continental. Passagens de frentes frias exercem um papel importante na análise de eventos transientes.

Os ventos predominantes próximos à costa são de N e NE, ou seja, vindos do Norte e Nordeste. Entretanto, durante a passagem de frentes frias no inverno, predominam os ventos de S. Portanto, as correntes marítimas junto à costa normalmente também seguem essa tendência. Ocorre ainda a espiral de Ekman que no Hemisfério Sul "puxa" as correntes para o sentido anti-horário e, portanto, nas camadas intermediárias da coluna d'água, a corrente que vinha do NE devido ao vento se descola levemente para a direção S. Contudo, esse efeito é muito discreto em relação às outras forçantes envolvidas. Em consequência de todo o processo, ocorre a ressurgência, que é o deslocamento das águas do fundo no sentido oposto ao Sul, ressurgindo a água nas praias do litoral.

Estudos do INPH (1980 apud IEMA, 2014) concluíram que, para a região da Grande Vitória, não há influência significativa das correntes de maré, permanecendo a estreita associação entre direção e intensidade das correntes com a direção e intensidade dos ventos.

O estudo do IEMA (2014) apresenta medições de corrente marítima realizadas na região de efluentes industriais da Aracruz Celulose (34 km ao sul da foz do rio Doce), por meio de um correntógrafo, as quais são aqui reproduzidas na Figura 26, através da qual se pode confirmar que as correntes marítimas no verão são, predominantemente, de NE para SW e no inverno oscila entre NE para SW e SW para NE.

Figura 26 – Dados horários de correntes medidos na região do Emissário de Aracruz Celulose.



Fonte: IEMA (2014).

As correntes que ocorrem na proximidade da foz do rio doce foram avaliadas por meio dos dados do modelo HYCOM. As correntes foram apresentadas de 4 em 4 meses para facilitar a visualização dos vetores das velocidades e são apresentadas nas Figura 27, Figura **28** e Figura **29**. Em todos os meses é possível perceber uma tendência de correntes em direção ao S. No entanto, nos meses de abril até agosto, essa corrente é mais fraca e até nos meses de abril e maio ao norte da foz do rio Doce existe uma corrente em direção ao N.

Figura 27 – Velocidades das correntes residuais na superfície do mar, médias típicas entre 2008 e 2015 para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril. O ponto vermelho indica a foz do rio Doce.

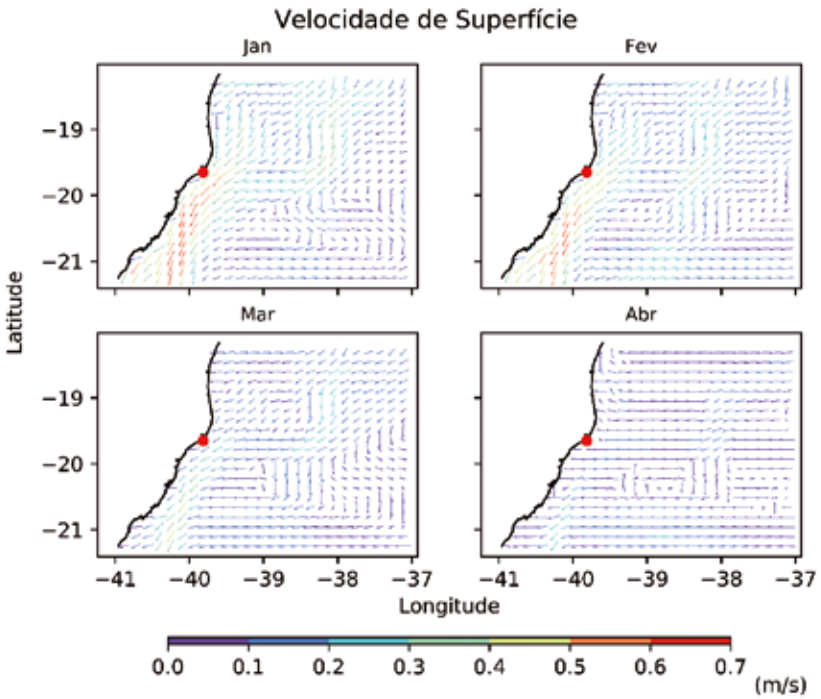


Figura 28 – Velocidades das correntes residuais na superfície do mar, médias típicas entre 2008 e 2015 para os meses de maio, junho, julho e agosto. O ponto vermelho indica a foz do rio Doce.

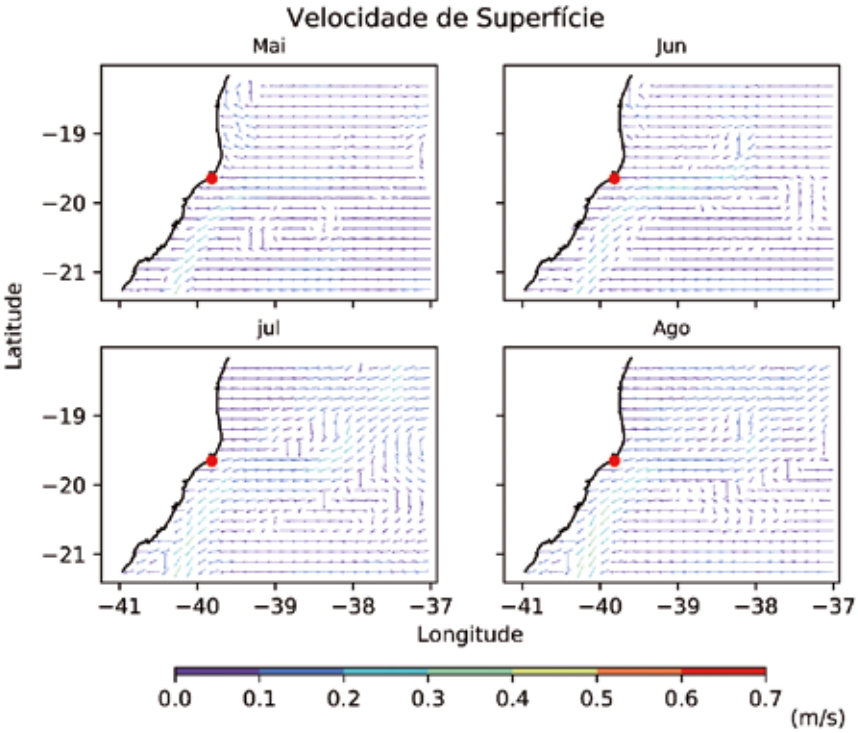
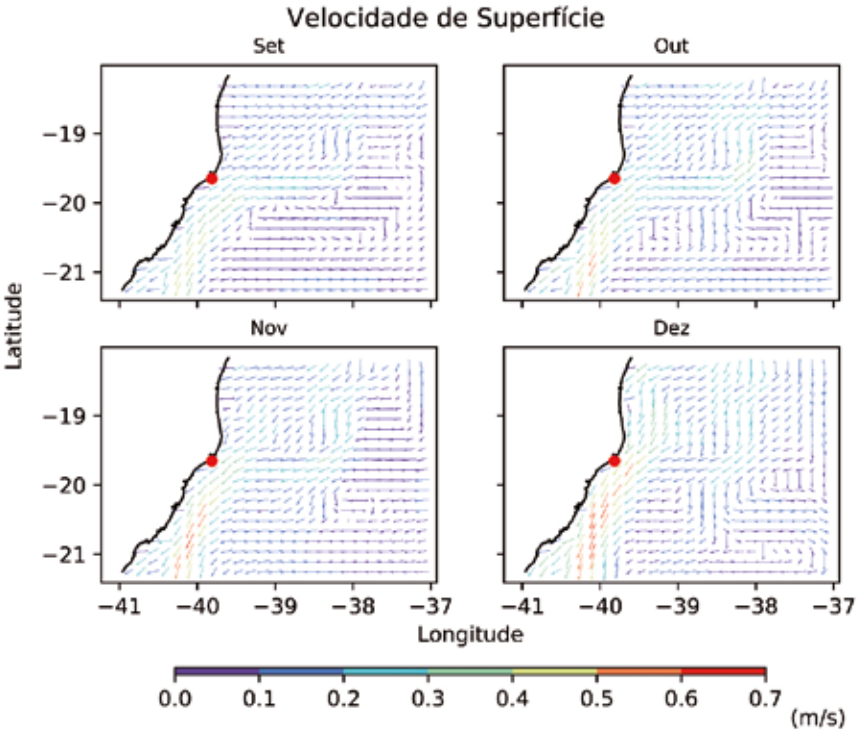


Figura 29 – Velocidades das correntes na superfície do mar, médias típicas entre 2008 e 2015 para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. O ponto vermelho indica a foz do rio Doce.



Efeitos de circulação, distribuição de temperatura e salinidade foram analisados em Aguiar et al. (2014), que podem providenciar dados importantes para forçar modelos oceanográficos.

2.1.4.6 Ondas

Os estudos realizados na costa do Espírito Santo por Albino, Girardi e Nascimento (2006), a partir dos dados obtidos pelo Centro de Tecnologia de Hidráulica da Universidade de São Paulo (CTH/USP) em 1972-1973 na planície deltaica do rio Doce, indicam que as ondas procedem de dois setores principais NE-E e SE-E, com predominância do primeiro (BANDEIRA; PETRO; SUGUIO, 1975). Essas ondas são geradas pelos dois sistemas de ventos existentes na região. As ondas do setor sul, associadas às frentes frias, embora sejam menos frequentes, são mais energéticas do que as do quadrante NE. Martin, Suguio e Flexor (1993) destacam que esse modelo pode ser perturbado pelo fenômeno El Niño. Em período de ação desse fenômeno, a passagem das ondas meridianas de média e alta troposfera é bloqueada pela presença de forte e permanente corrente de jato subtropical. Esse bloqueio faz com que as zonas frontais permaneçam no S e SE do Brasil, originando alta pluviosidade, enquanto ao Norte ocorre seca. Em janeiro e fevereiro de 1995, sob o efeito do fenômeno El Niño, o estado de São Paulo registrou altos índices pluviométricos, enquanto no Espírito Santo esses índices foram extremamente baixos. Consequentemente, nos períodos de atuação do fenômeno El Niño, as ondas do setor sul, geradas pelas advecções polares, não atingem o litoral capixaba, o que faz com que as frentes de ondas sejam originadas somente pelos ventos do NE-E.

Os dados sobre altura e período das ondas obtidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH), entre março de 1979 e setembro de 1980, nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória, revelam que a altura significativa das ondas para o litoral pouco ultrapassou 1,5 m, sendo as alturas de 0,9 e 0,6 m as mais frequentes. O período frequente está em torno de 5 a 6,5 s, sendo o máximo encontrado de 11,5 s (PAES-LEME et al., 2008).

2.1.4.7 Transporte do sedimento costeiro

Marta-Almeida et al. (2016) descrevem a variabilidade da pluma do rio Doce e transporte conservador de substâncias, utilizando a modelagem com traçador passivo. Resultados indicam o transporte sendo dominado em média pelas correntes estáveis de Norte para Sul com direção predominante da pluma para Sul ao longo da costa. Porém, ventos vindos do Sul podem equilibrar e alternar essa direção para Norte durante eventos de frentes frias e ventos fortes para o Norte.

Rudorff et al. (2018) analisaram a pluma do rio Doce utilizando sensoriamento remoto. Princípios similares foram utilizados no estudo contratado pelo Lactec à empresa EOMAP. A turbidez está relacionada com a capacidade de a água transmitir luz, por esse motivo a turbidez é uma medida indireta de materiais que estão sendo transportados pela água, como, por exemplo, sedimentos e algas.

Nesse sentido, para se avaliar a dispersão de sedimentos antes do desastre, são avaliados aqui os percentis de turbidez, isto é, em 90, 95 e 99% do tempo, a turbidez ficou abaixo dos valores dos percentis de 90, 95 e 99, respectivamente. Portanto, esses valores levam em consideração a individualidade de cada ponto, ou seja, regiões no oceano aberto tipicamente límpidas terão menor percentil do que regiões próximo à foz. Desse modo, evitou-se comparações desiguais.

Os resultados para os percentis 90, 95 e 99 são apresentados, respectivamente, nas Figura 30, Figura 31 e Figura **32**. Os valores da turbidez estão representados em cores, sendo que quanto maior o valor, mais turva é a água. Os percentis são um indicativo dos valores máximos ocorridos no período

entre 2013 e 2015, já que indicam que um valor de corte, por exemplo, o percentil 90 indica que 90% dos dados de turbidez estão abaixo desse valor. Em todas as figuras, os maiores valores ocorrem na foz do rio Doce e na unidade de conservação Cassurubá, sendo que na foz do rio Doce é o local onde ocorrem os maiores valores. Na região da unidade de conservação de Abrolhos, houve uma pequena alteração de classe, isto é, antes do desastre já havia eventos que modificavam levemente (10 NTU) a turbidez nessa região. As limitações dessa análise não permitem identificar as fontes que estão causando a turbidez, como também não é possível saber até que profundidade o ambiente continua turvo.

Figura 30 – Níveis de turbidez na foz do rio Doce para o percentil 90 (P90), representado por cores, isto é, 10% dos dados de turbidez no período entre 2013 e 2015 são maiores do que os valores do P90.

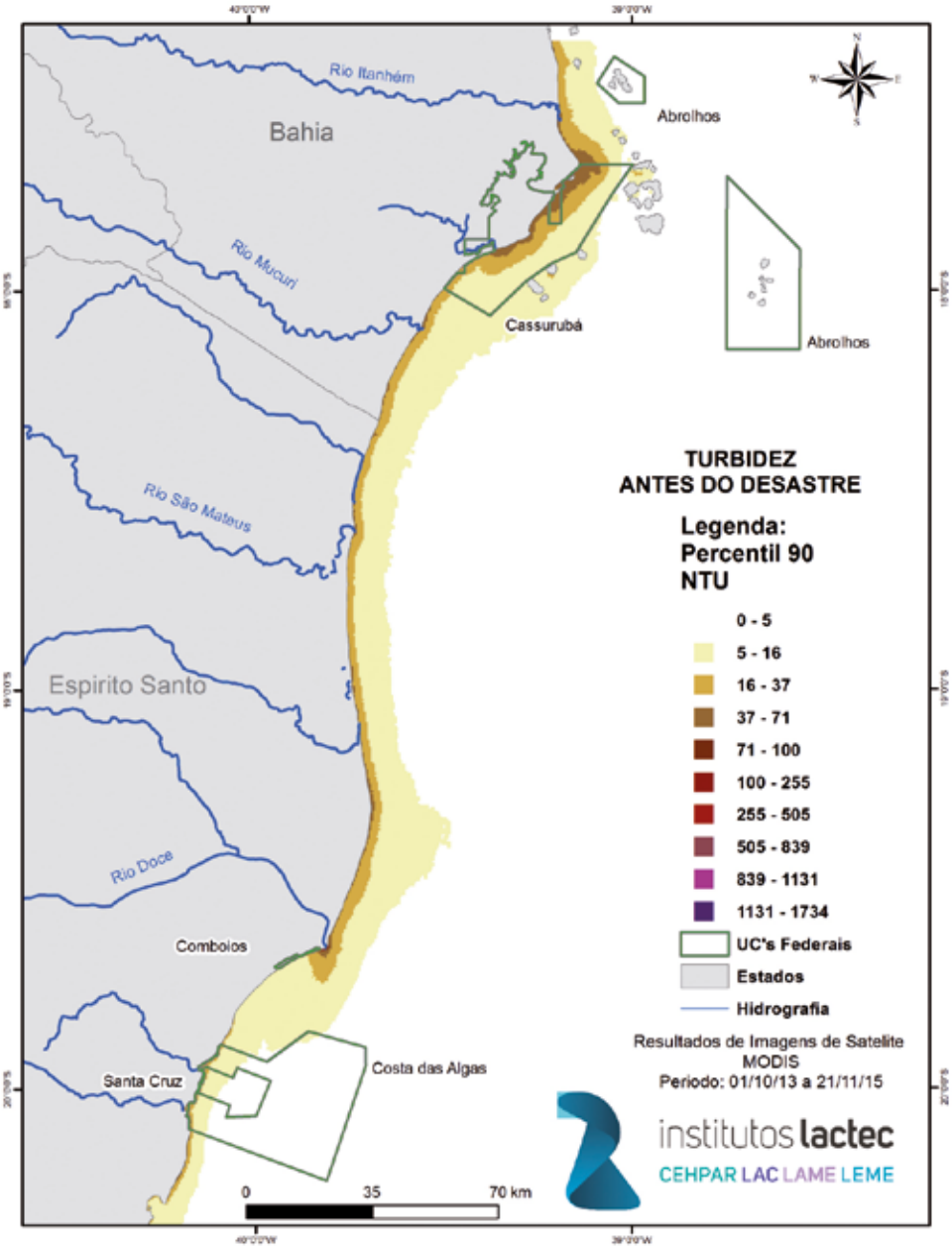


Figura 31 – Níveis de turbidez na foz do rio Doce para o percentil 95 (P95), representado por cores, isto é, 5% dos dados de turbidez no período entre 2013 e 2015 são maiores do que os valores do P95.

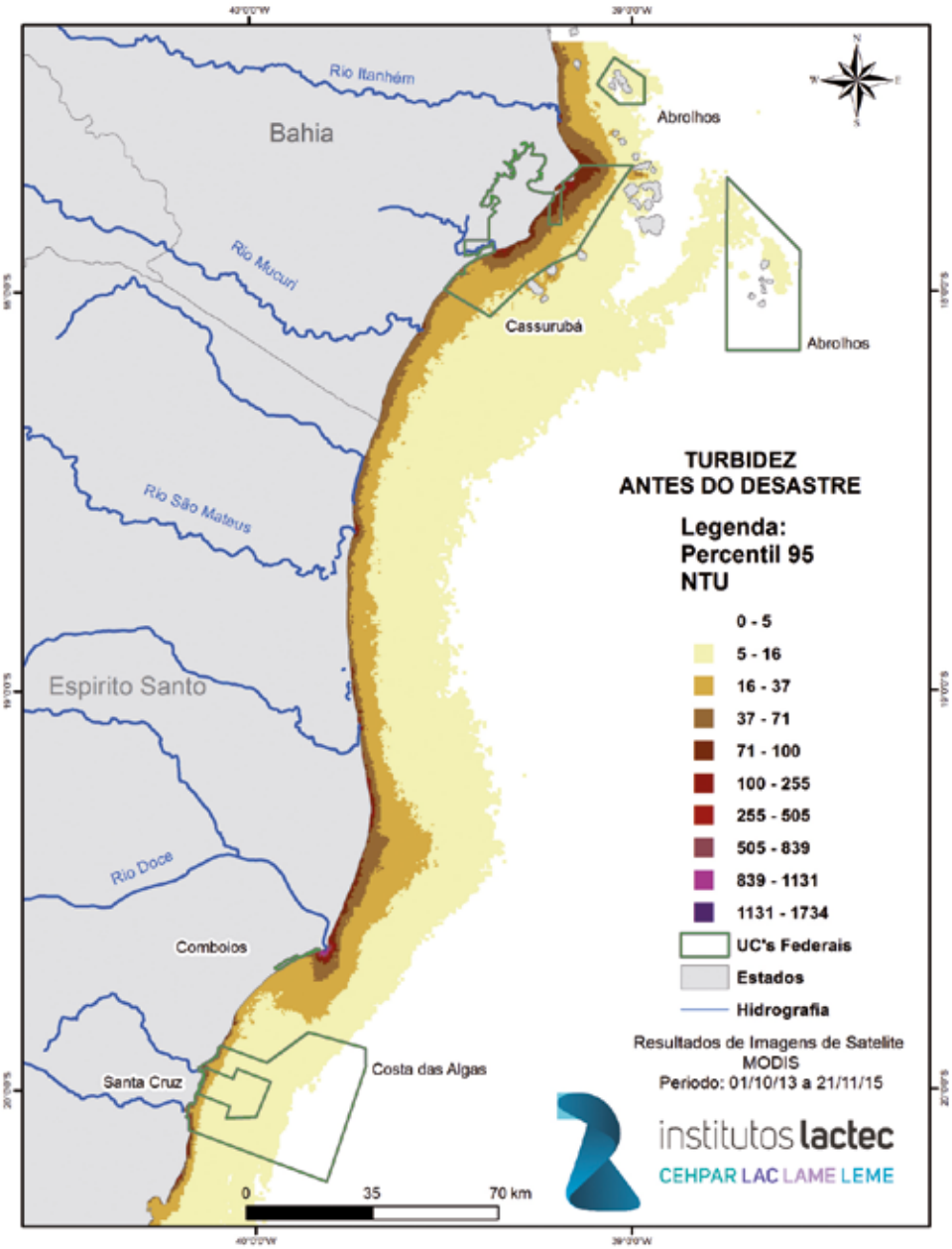
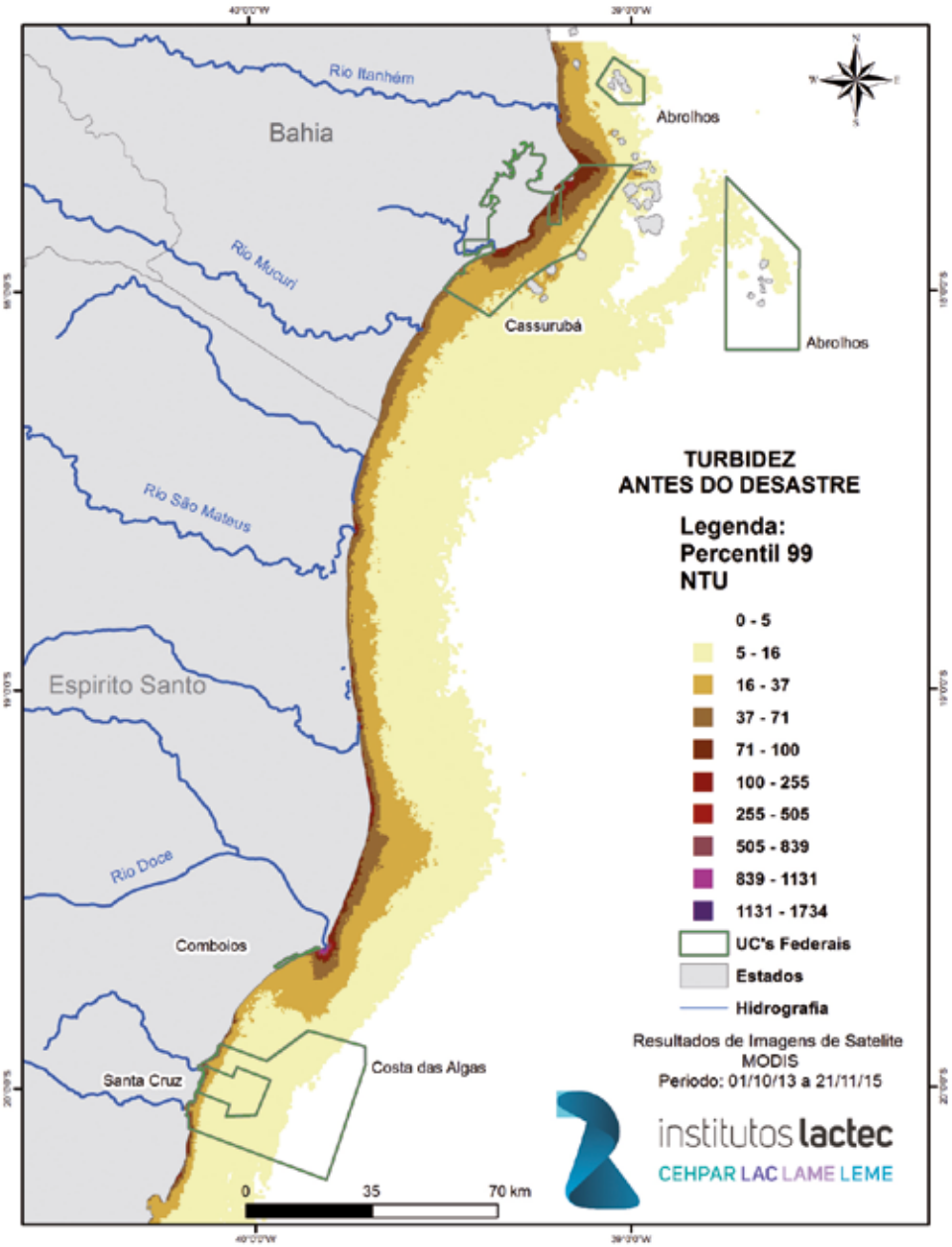


Figura 32 – Níveis de turbidez na foz do rio Doce para o percentil 99 (P99), representado por cores, isto é, 1% dos dados de turbidez no período entre 2013 e 2015 são maiores do que os valores do P99.



2.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os aportes de água doce, sedimentos, matéria orgânica e substâncias dissolvidas trazidos pelos rios estão entre os principais fertilizantes e promotores da produtividade primária no oceano, fazendo com que os estuários e as águas costeiras atuem como áreas de maior produtividade biológica dos oceanos (CLARK, 1992).

As águas marinhas estuarinas e costeiras continuam a ser os sistemas aquáticos mais ameaçados devido, em grande parte, ao fato de que a maior parcela da população humana reside nas bacias hidrográficas próximo a esses ambientes e devido ao aumento do uso dos recursos costeiros (KENNISH, 2000).

Esses ambientes apresentam grande variabilidade espacial e temporal, em escalas interanual e sazonal, assim a qualidade das águas também apresenta uma variação considerável. A manutenção da qualidade da água e dos regimes de variações desta é vital para a manutenção da vida aquática dos oceanos e rios do planeta (CLARK, 1992), e para garantir a manutenção dos múltiplos usos que essas áreas oferecem à população, como pesca esportiva e artesanal, lazer, navegação, entre outros.

2.2.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Para a abrangência espacial da pesquisa bibliográfica, considerou-se toda a zona costeira do estado do Espírito Santo e de parte do Sul do estado da Bahia, tendo em vista a possibilidade de alterações na qualidade das águas tanto na região costeira localizada a norte quanto a sul da foz do rio Doce, decorrentes do desastre em estudo. Também, devido à possibilidade de chegada da pluma de rejeitos até o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, inclui-se na pesquisa a região do banco de Abrolhos.

2.2.2 METODOLOGIA

A metodologia para avaliação da qualidade da água do ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce foi baseada em pesquisas bibliográficas sistematizadas. Essa pesquisa envolveu diversos passos e a aplicação de filtros para a seleção dos estudos que apresentassem dados confiáveis e relevantes para a discussão do tema abordado neste capítulo. Esses passos são descritos nas seções a seguir.

2.2.2.1 Avaliação dos dados físicos e químicos de qualidade da água

Primeiramente, foi definido que os dados de qualidade da água, que caracterizariam a região marinha adjacente à foz do rio Doce no período anterior ao desastre, seriam aqueles gerados antes da chegada da onda de cheias em 11 de novembro de 2015 (CPRM, 2016); logo, as buscas se limitaram a dados coletados até essa data.

Quanto às características da área de estudo, segundo Pereira et al. (2005), a plataforma interna da costa leste brasileira é ocupada principalmente por uma Água Costeira (AC) quente e de baixa salinidade ($T > 20$ °C e $S < 35$), como resultado da diluição de água oceânica pela descarga de água doce ao longo da costa; já na plataforma média, observa-se a presença da Água Tropical (AT). Na Tabela 3, podem ser visualizadas as características utilizadas para classificação dos dados analisados por massa de água.

Tabela 3 – Características das massas de água possíveis de serem encontradas na costa leste brasileira.

Massa de Água	Temperatura	Salinidade	Referência
Água Costeira (AC)	> 20 °C	< 35,0	Pereira et al. (2005)
Água Tropical (AT)	> 20 °C	> 36,2	Miranda (1985)
Água Central do Atlântico Sul (ACAS)	> 6 °C a < 20 °C	> 34,6 a < 36,2	Miranda (1985)
Água Profunda do Atlântico Norte (APAN)	> 3 °C a < 4 °C	> 34,6 a < 35,0	Reid (1989)

Na região existe a predominância de ventos no quadrante Nordeste. Durante a maior parte do ano, os ventos predominantes são provenientes do Oceano Atlântico devido às massas aquecidas Tropical Atlântica e Equatorial Atlântica. Já no inverno ocorre com frequência o vento Sul, devido às intrusões de frentes frias nesse período. A direção e a intensidade dos ventos acabam por influenciar a direção das correntes marítimas na região próximo à costa. Ventos do quadrante Sul geram correntes de Sul para Norte e ventos do quadrante Nordeste geram correntes de Norte para Sul (CEPEMAR, 2006a). Em consequência desse regime de ventos e correntes, a dispersão das plumas de material em suspensão dos rios da região tem potencial de deslocamento tanto para Norte quanto para Sul (OLIVEIRA et al., 2012).

A partir dessas definições, a pesquisa bibliográfica foi realizada com foco em quatro tipos de fonte:

- publicações em periódicos científicos que abrangem temas ambientais e oceanográficos, com enfoque para poluição marinha e estuarina;
- teses, dissertações e monografias de conclusão de curso disponíveis no portal da biblioteca da UFES;
- estudos de impacto ambiental e estudos e relatórios ambientais para fins de licenciamento e monitoramento ambiental de empreendimentos nos limites da zona costeira do estado do ES. As buscas foram feitas nos portais do Ibama (http://licenciamento.ibama.gov.br/) e do IEMA (http://189.84.218.235/biblioteca/);
- portal HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA), no qual foram pesquisados dados de qualidade de água do rio Doce em relação à estação de monitoramento mais próximo de sua foz.

Entre os dados obtidos nesses estudos, foram inseridos no banco de dados geográficos e utilizados na elaboração de mapas e de gráficos apenas aqueles disponibilizados na forma bruta e com referência geográfica, enquanto estudos que apresentavam os resultados apenas como parâmetros estatísticos (p. ex.: valores médios, mínimos ou máximos) foram apresentados como referências escritas no decorrer deste relatório.

Após a aplicação dos filtros supracitados, foram selecionados os seguintes estudos para a elaboração de mapas e gráficos, e, posterior, análise estatística e espacial:

- ALGADERMIS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para atividade de extração de sedimento biodetrítico marinho em jazidas das Algadermis – litoral do Espírito Santo**. Relatório Técnico. Vitória: Algadermis, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Estação. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acesso em: 15 maio 2017.
- AQUACONSULT. **Monitoramento ambiental do sistema de produção e escoamento de gás natural dos Campos de Peroá e Cangoá, bacia do Espírito Santo**: 1ª campanha de monitoramento. Relatório Técnico Ambiental. Vitória: Aquaconsult, 2003.
- BIOENSAIOS. **Monitoramento ambiental do sistema de produção e escoamento de gás natural dos Campos de Peroá e Cangoá, bacia do Espírito Santo**: 5ª, 6ª e 7ª campanhas de monitoramento. Relatório técnico ambiental. Bioensaios, 2010 a 2013.
- CEPEMAR. **Projeto de expansão do Terminal Especializado de Barra do Riacho – Portocel**. Vitória: CEPEMAR, 2006a.
- CEPEMAR. **Relatório de monitoramento da dragagem da Portocel**: campanha pré-operacional. Relatório técnico COM RT 358/08. Vitória: CEPEMAR, 2008.
- CEPEMAR. **Monitoramento do efluente líquido da Fibria no ecossistema marinho**. Relatório técnico COM RT 289/11. Vitória: CEPEMAR, 2011a.
- CPMAIS. **12ª Campanha de monitoramento marinho**: Estaleiro Jurong Aracruz – EJA. Relatório técnico. CP+ RT 022/15. Vitória: CPMAIS, 2015.
- CTA. **Estudo de impacto ambiental**: Estaleiro Jurong Aracruz. Vitória: CTA, 2009.
- ECOLOGY BRASIL; ECOCONSERVATION. **EIA – Estudo de Impacto Ambiental do Mineroduto Morro do Pilar/MG a Linhares/ES e Porto Norte Capixaba**. Relatório técnico – RT-ECV-002/12. Revisão 01. Rio de Janeiro: Ecology Brasil, out. 2013a.
- ECONSERVATION. **EIA do Porto Central de Presidente Kennedy/ES**. Relatório técnico. Vitória: Econservation, 2013.
- EKAU, W.; KNOPPERS, B. **JOPS-II**. Cruise report and first results. Sedimentation processes and productivity in the continental Shelf waters off East and Northeast Brazil. Bremen: Center for Tropical Marine Ecology, 1996.
- HM CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA. **Dragagem do acesso ao canal do Tomba**. Estudo ambiental. Relatório técnico HM RT-007-08. Caravelas: HM Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.
- LABOMAR. **Monitoramento ambiental do sistema de produção e escoamento de gás natural dos Campos de Peroá e Cangoá, bacia do Espírito Santo**: 2ª e 3ª campanhas de monitoramento. Relatório técnico ambiental. Matinhos: Labomar, 2008a e 2008b.
- NUTRIPETRO. **Estudo de impacto ambiental**: terminal portuário de uso múltiplo da NutriPetro. São Paulo: NutriPetro, jul. 2013.
- PERENCO. **EIA – atividade de perfuração marítima dos blocos BM-ES-37, 38, 39, 40 e 41**. Bacia do Espírito Santo. Paris: Perenco, dez. 2009.

- PETROBRAS. **EIA – Estudo de Impacto Ambiental**. Gasoduto Cacimbas – CATU. Revisão da Diretriz do EIA. Tomo I/IV. Espírito Santo: Petrobras, mar. 2006.
- PETROBRAS. **EIA – Estudo de Impacto Ambiental para o Gasoduto Sul Norte Capixaba**. COM RT 086/10. Espírito Santo: Petrobras, 2011.
- MINAS GERAIS. Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente (SEAMA). **Projeto monitoramento da qualidade das águas costeiras no estado do Espírito Santo**: campanha de campo. Relatório técnico. Belo Horizonte: SEAMA, dez. 1992.
- SILVA, P. O. **Diagnóstico da saúde ambiental dos ecossistemas recifais de Abrolhos e Porto Seguro, BA, com ênfase em foraminíferos bentônicos e indicadores geoquímicos**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). **Resultados parciais das análises realizadas em amostras coletadas na plataforma adjacente a foz do Rio Doce, APA Costa das Algas e Plataforma de Abrolhos**: Embarque Solocy Moura. Relatório técnico parcial. Vitória: UFES, 2016.

Os dados disponíveis localizados na região da busca bibliográfica abrangeram a região costeira desde o município de Presidente Kennedy no sul do Espírito Santo até o município de Linhares no norte do Espírito Santo, conforme pode ser visualizado na Figura 33. A localização dos dados dos estudos mencionados pode ser visualizada com mais detalhes nos mapas de localização dos dados disponíveis durante a estação chuvosa (Apêndice A) e seca (Apêndice B). Para os dados ocorrentes na região de Abrolhos, elaborou-se um mapa em separado apresentado na Figura **34**.

Figura 33 – Localização dos dados de qualidade da água resultantes da busca bibliográfica.

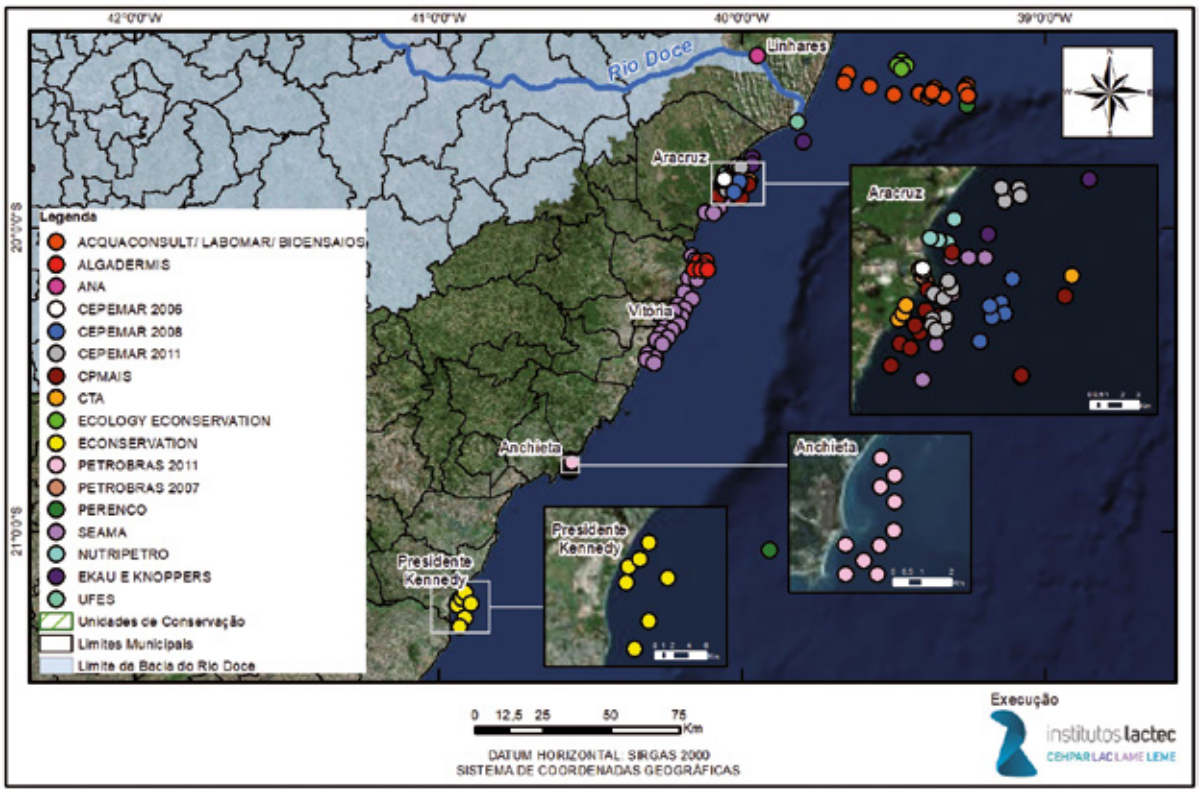
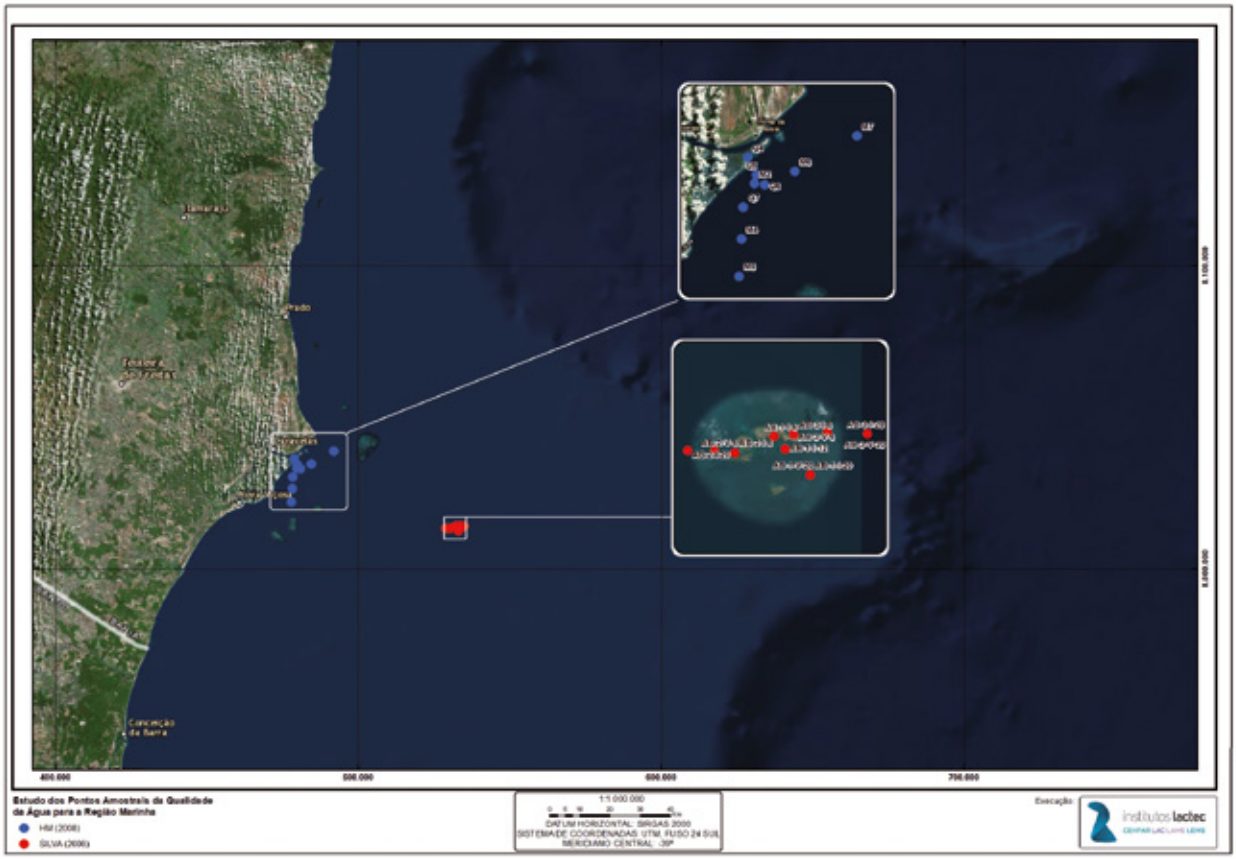


Figura 34 – Localização dos dados de qualidade da água pré-desastre na região de Abrolhos resultantes da busca bibliográfica.



Na caracterização das condições ambientais da zona costeira do estado do Espírito Santo, os estudos levantados foram separados em grupos, de acordo com o município costeiro onde cada estudo foi realizado, ou classificados como ocorrentes no banco de Abrolhos. Também foram utilizados resultados das últimas estações de monitoramento do rio Doce antes da sua foz (estações 56998000, 56998300, 56998500, conforme disponibilizadas pela ANA no portal HidroWeb), de forma a se obter uma referência sobre as condições de suas águas no período anterior a seu deságue no ambiente marinho, e verificar eventuais influências de aportes continentais sobre o ambiente costeiro. Além disso, foram inseridos dados oriundos de estudos localizados na porção média e exterior da plataforma continental, com o objetivo de se avaliar as características de águas oceânicas, mais distantes de eventuais influências de rios, e eventuais influências dessas águas sobre as características encontradas nas regiões mais próximas à costa. Por fim, com vistas à avaliação da influência da sazonalidade nos resultados dos parâmetros de qualidade de águas costeiras, os conjuntos de dados foram divididos em “período seco” e “período chuvoso”. Na região, o período chuvoso ocorre, normalmente, entre outubro e março, e o período seco, entre abril e setembro (IGAM, 2016).

Os parâmetros utilizados nessa caracterização foram aqueles considerados importantes para a avaliação da qualidade ambiental, como pH e oxigênio dissolvido, bem como parâmetros que, além de avaliar o ambiente qualitativamente, permitem identificar a influência de ambientes continentais ou oceânicos, como temperatura, salinidade, sólidos suspensos totais, turbidez, nutrientes e elementos

como ferro e fósforo total. Outros parâmetros foram inseridos neste estudo por apresentarem um volume consistente de dados na região (p. ex.: clorofila-a) e por possuírem limites definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (p. ex.: alumínio dissolvido e bário total). Convém destacar que as águas da região costeira em estudo não possuem enquadramento definido, desse modo, os limites da Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salinas foram utilizados a título de comparação.

Os parâmetros foram avaliados considerando seu comportamento entre períodos secos e chuvosos, permitindo, assim, comparar épocas do ano com diferentes graus de influência de aportes continentais, e entre os ambientes continental (rio Doce e outros rios), costeiro e oceânico.

Paralelamente a essa abordagem, foi avaliado o comportamento de cada parâmetro em relação às diferentes massas de água encontradas no ambiente marinho. Essas massas de água são caracterizadas principalmente pelos resultados de temperatura e salinidade de cada local, e sua profundidade de ocorrência, apresentando diferentes graus de influência de ambientes continentais e oceânicos.

2.2.3 RESULTADOS

2.2.3.1 Características gerais

Uma massa de água oceanográfica é um corpo de água identificável com uma história de formação comum que possui propriedades físicas distintas da água circundante. As propriedades que definem a massa de água incluem temperatura, salinidade, proporções químico-isotópicas e outras características físicas. As massas de água, geralmente, são distinguidas não apenas por suas respectivas propriedades, mas também pela sua localização nos oceanos. Estas também se distinguem pela sua posição vertical, de modo que existem massas de água de superfície, massas de água intermediárias e massas de águas profundas.

De acordo com a classificação utilizada por Dias, Araujo e Bonecker (2009), as massas de água que ocorrem no Espírito Santo e sul da Bahia são: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Costeira (AC) e Água de Mistura (AM). A distribuição da temperatura e da salinidade nas bacias oceânicas fornece informações valiosas sobre massas de água, correntes, processos de mistura e outros componentes físicos do meio marinho. Por outro lado, a proximidade das massas terrestres influencia as características físico-químicas do oceano, pois, além de ser uma barreira para seu fluxo, é onde ocorre a entrada de água doce através de descargas de rios e do influxo de águas subterrâneas. Assim, a salinidade das águas do oceano costeiro, muitas vezes, varia consideravelmente, com as águas superficiais apresentando níveis reduzidos em comparação com o oceano aberto, particularmente perto da foz dos grandes rios (KENNISH, 2000).

2.2.3.2 Temperatura e salinidade

Os maiores registros de temperatura das águas da região costeira do Espírito Santo foram verificados em amostras superficiais próximo ao litoral de Anchieta e Aracruz e da região oceânica, onde foram observados valores em torno de 29 °C. Esses valores mais elevados estão, geralmente, relacionados com águas rasas e/ou próximo ao continente. Já temperaturas mais baixas foram observadas em amostras oriundas de camadas mais profundas e/ou em pontos mais distantes da costa, como no

caso dos valores inferiores a 20 °C verificados na região costeira de Aracruz, de Linhares, na foz do rio Doce e em amostras da região oceânica. Com relação aos resultados de salinidade, estes também são influenciados pela proximidade do ambiente costeiro, tendo sido verificados os menores valores nas amostras mais próximo à costa em Aracruz e de Vila Velha a Serra (Figura **35** e Figura 36).

Figura 35 – Valores de temperatura (°C) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

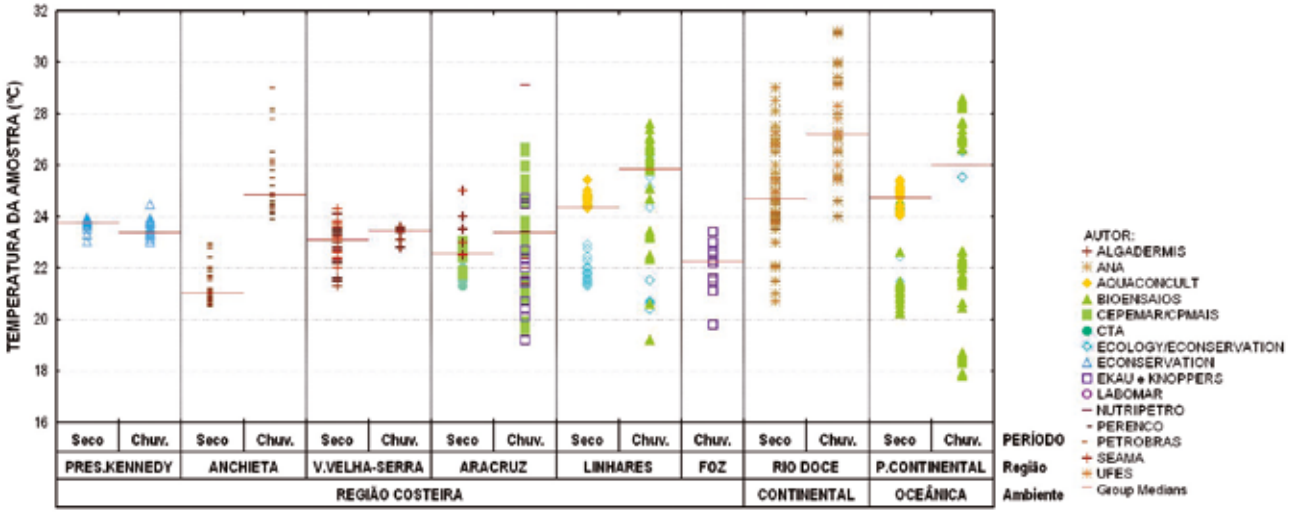
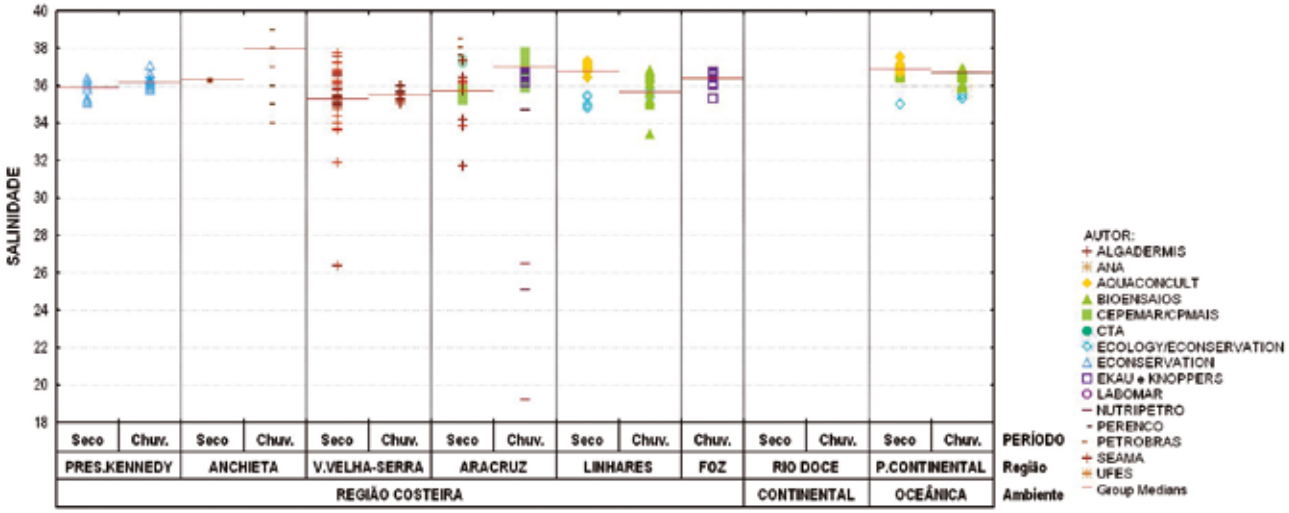


Figura 36 – Valores de salinidade verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

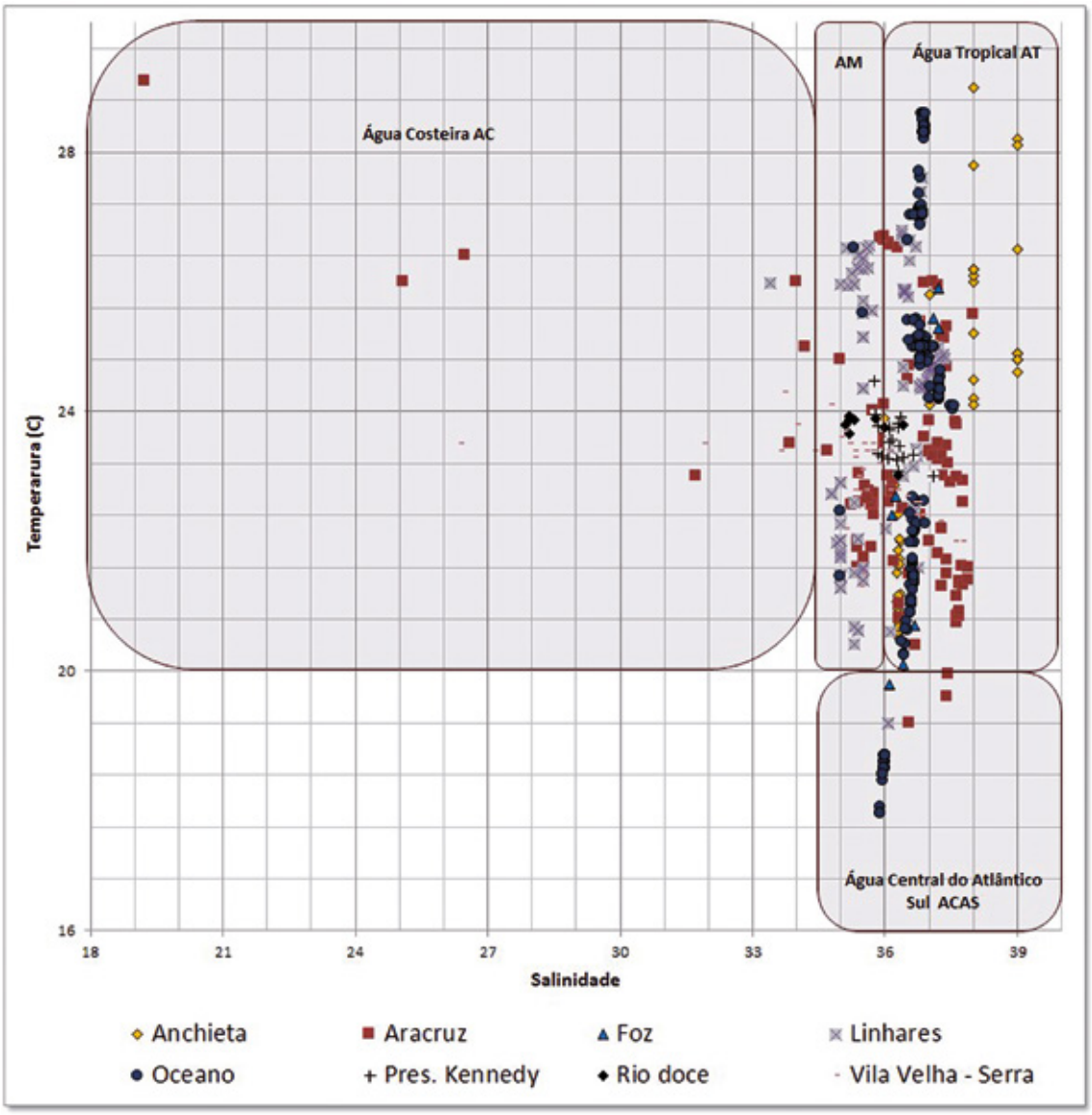


De acordo com a classificação utilizada por Dias, Araujo e Bonecker (2009), verificou-se na região um predomínio de amostras sobre a influência da AT (temperaturas superiores a 20 °C e salinidades acima de 36) com ocorrência em Vila Velha-Serra, Aracruz e Linhares de padrões característicos da AC (temperatura superior a 20 °C e salinidade inferior a 34,5), além da existência AM (temperaturas acima de 20° e salinidades entre 34,5 e 36) em todas as regiões marinhas. A AT é parte da massa de água quente e salina que ocupa a superfície do Atlântico Sul Tropical e que é transportada pela Corrente do Brasil, oriunda das condições de intensa radiação e excesso de evaporação em relação à precipitação verificadas do Atlântico Tropical. Em seu trajeto rumo ao Sul, a Corrente do Brasil se mistura com águas de origem costeira, de menor salinidade.

No caso das amostras de temperaturas inferiores a 20 °C, verificou-se a influência da ACAS, formada pelo afundamento das águas na região da Convergência Subtropical (SILVEIRA et al., 2000). De acordo com Ekau e Knoppers (1996), a ocorrência da ACAS sob a pluma do rio Doce (região de distância superior a 5 km da foz) e em um ponto amostrado em Comboios indica para a presença do processo de ressurgência de águas profundas na região, através da ação do vento e da topografia de fundo. A Figura 37 apresenta a distribuição dos pontos amostrais de acordo com a tipologia das massas de água.

Conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, são definidas como águas salinas aquelas cuja salinidade for igual ou superior a 30, enquanto águas doces apresentam salinidade igual ou inferior a 0,5, e águas salobras, salinidades entre 0,5 e 30. Com exceção dos três resultados obtidos pela NutriPetro (2013) próximo ao rio Riacho (Aracruz) e um verificado por SEAMA (1992) próximo à desembocadura do rio Jucu (Vila Velha-Serra), que apresentaram valores caracterizados como águas salobras, todas as demais amostras desse levantamento apresentaram resultados classificados como águas salinas.

Figura 37 – Tipologia das massas de água no momento das amostragens dos estudos considerados neste relatório.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Entre os dados obtidos na bibliografia para o ambiente marinho do Espírito Santo, verificou-se que os menores valores de pH foram registrados no litoral de Presidente Kennedy, Anchieta, Aracruz, Vila Velha-Serra e na região oceânica, onde ocorreram valores de pH entre 7,1 e 7,3, enquanto que os maiores valores (superiores a 8,5) ocorreram no estaleiro Jurong (Aracruz). Os valores medianos de cada região foram mais elevados no período seco, exceto na região de Vila Velha-Serra, onde a mediana foi a mesma em ambos os períodos.

Não foram obtidos dados de pH para a região da foz do rio Doce (Figura 38). O pH da água do mar tipicamente se limita à faixa entre 7,5 e 8,4, porém menores valores em regiões próximo ao litoral são indicativos da influência de aportes continentais na região costeira adjacente (REZENDE et al., 2006).

Apesar de ser considerado um parâmetro abiótico, os valores de pH no ambiente marinho são estabelecidos pela presença do sistema carbônico. Dessa forma, modificações nas concentrações de gás carbônico e de carbonatos, devido à fotossíntese, respiração, trocas oceano-atmosfera e precipitação, podem gerar variações desse parâmetro.

Os resultados obtidos em Barra do Riacho (Aracruz) apresentaram resultados superiores ao limite superior estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para a Classe 1 para águas salinas e salobras (valores de pH entre 6,5 e 8,5), com os resultados obtidos nas demais regiões marinhas se mantendo de acordo com essa resolução.

Figura 38 – Valores de pH verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

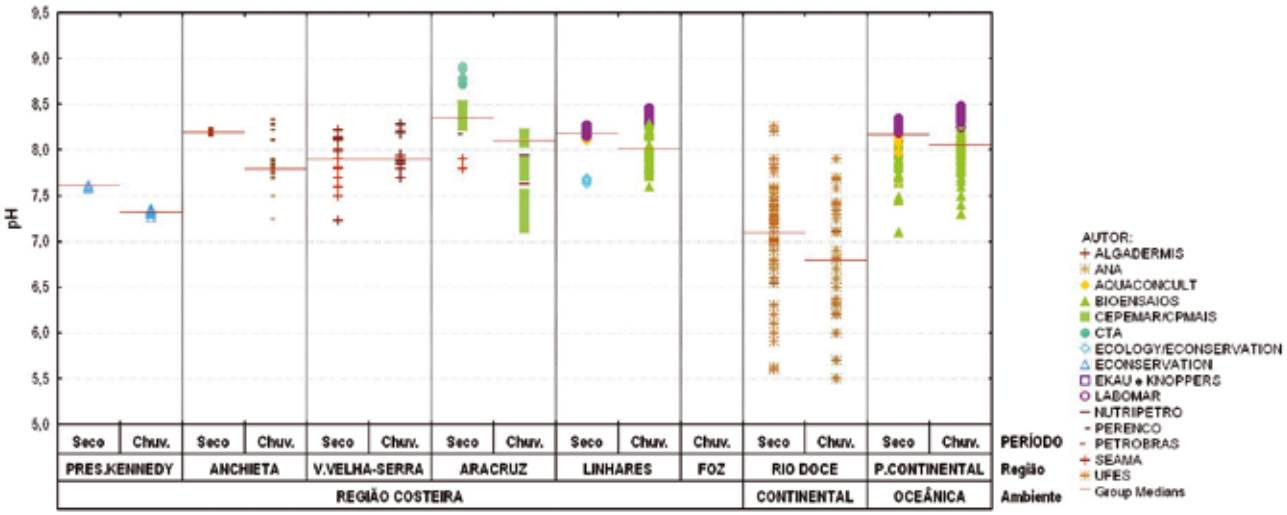
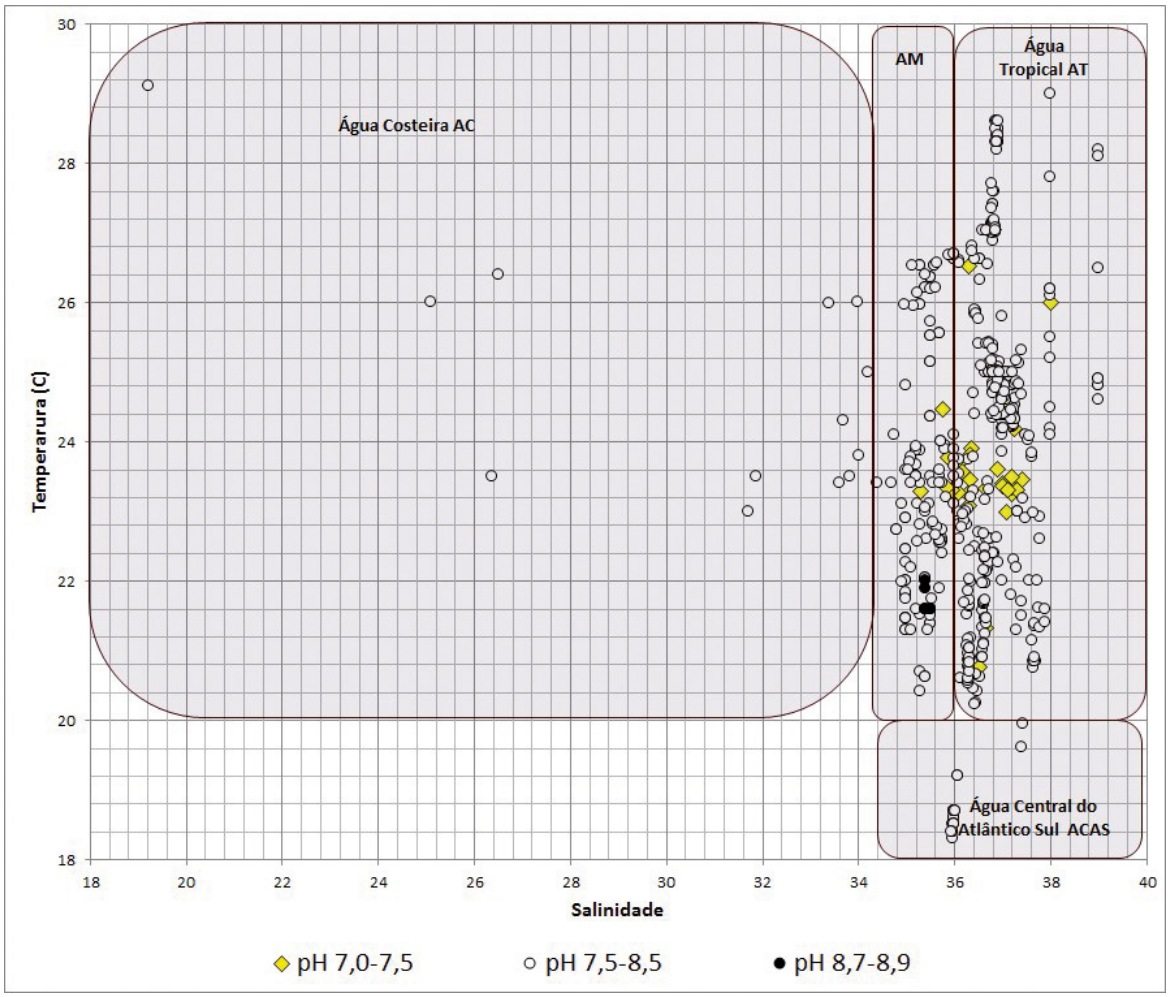


Figura 39 – Distribuição de três classes de resultados de pH, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os resultados de oxigênio dissolvido reportados nos estudos realizados no ambiente marinho do estado do Espírito Santo apresentaram valores que variaram de concentrações inferiores a 5 mg/L (Vila Velha-Serra, Aracruz e Oceano) a níveis superiores a 10 mg/L (Anchieta e Aracruz). Com exceção de Anchieta e Vila Velha-Serra, as maiores medianas de oxigênio dissolvido ocorreram no período seco. Não foram encontrados dados de oxigênio dissolvido para a região da foz do rio Doce (Figura 40).

O limite de solubilidade do oxigênio na água é dependente da temperatura e da salinidade. A concentração de oxigênio na água do mar é controlada por fluxos através da interface água/atmosfera e por assimilação (respiração) e dissimilação (fotossíntese) biológica (GRASSHOFF; EHRHARDT; KREMLING, 1983). Conforme esses autores, a maior concentração de oxigênio esperada para uma amostra dentro dos limites de temperatura e salinidade verificados nesse levantamento seria de 9,95 mg/L. Dessa forma, concentrações acima desse valor, verificadas por Petrobras (2011) na região do município de Anchieta e por Petrobras (2007) em Barra do Riacho (Aracruz), poderiam ser explicadas por um processo de supersaturação provocado pela atividade fotossintética ou, então, estariam

relacionadas à presença de oxigênio na forma gasosa (bolhas de ar) durante a amostragem e não corresponderiam à fração dissolvida de oxigênio.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, os níveis estabelecidos de oxigênio dissolvido para águas salinas são de valores não inferiores a 6 mg/L para águas Classe 1. Dessa forma, na região de Linhares, os valores obtidos mantiveram-se de acordo com os padrões estabelecidos para a Classe 1. Já nas regiões de Presidente Kennedy, Anchieta, Vila Velha-Serra e Aracruz, as águas apresentaram valores condizentes com a Classe 1 e superiores a esta, inclusive atingindo valores menores que 5 mg/L na região de Aracruz. Avaliando os dados de oxigênio dissolvido pelas medianas, verifica-se que, exceto na região de Anchieta no período seco, todas as demais regiões apresentaram resultados predominantemente superiores a 6 mg/L.

Figura 40 – Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

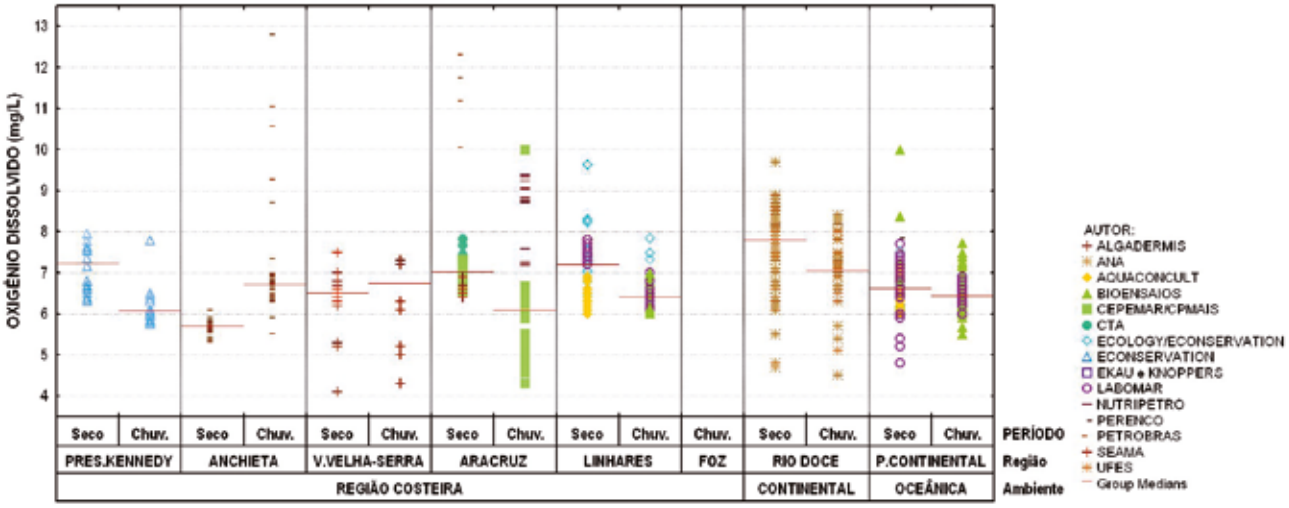
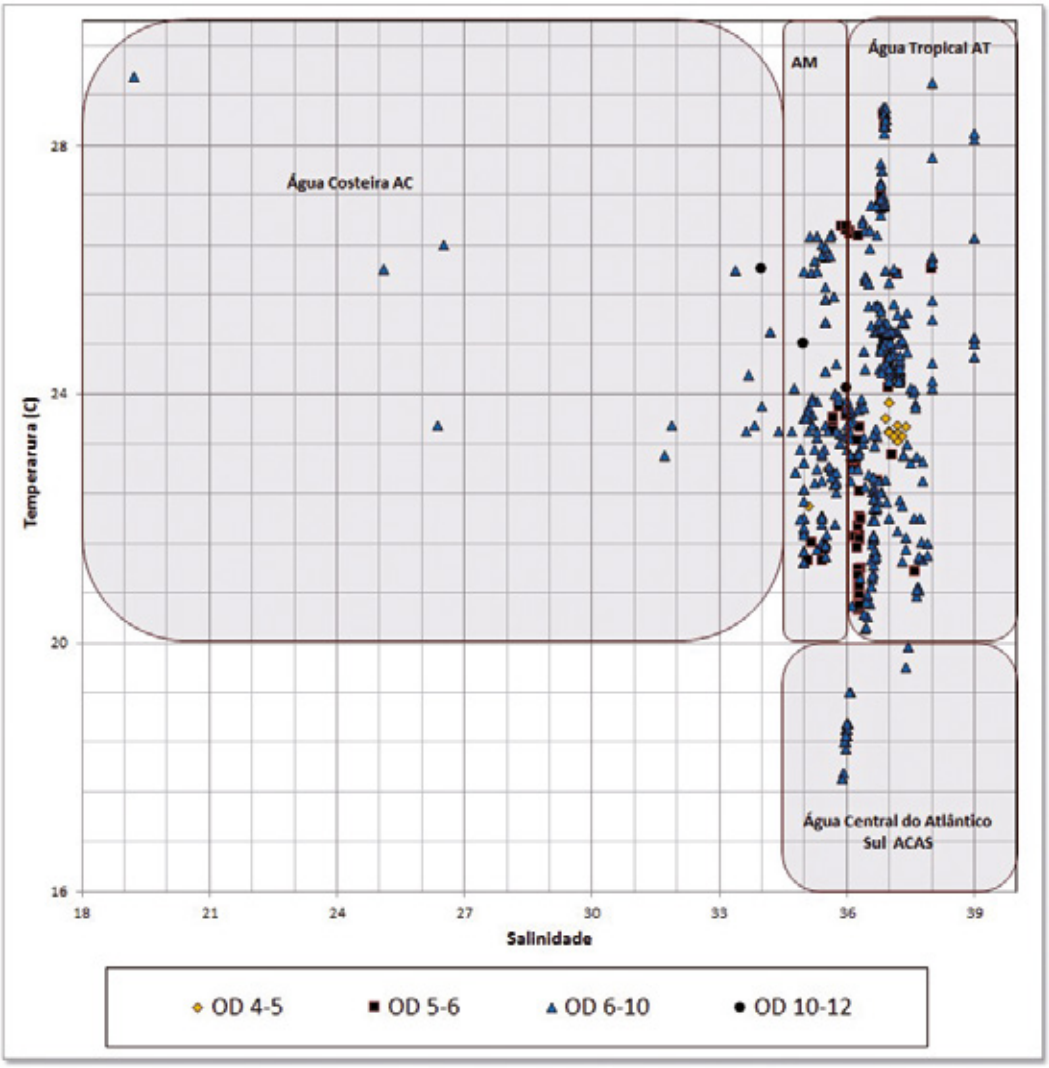


Figura 41 – Distribuição de quatro classes de resultados de OD, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Com relação à DBO, não foram encontrados dados para as regiões de Presidente Kennedy e da foz do rio Doce, enquanto na região de Aracruz todos os resultados obtidos mantiveram-se abaixo do limite de quantificação. A região oceânica apresentou DBO de até 5 mg/L (Anchieta), sendo que nos períodos chuvosos em Linhares e região oceânica os resultados foram predominantemente abaixo dos limites de detecção ou quantificação, motivo pelo qual a linha de mediana não se mostra aparente (Figura 42).

Ressalta-se que o protocolo da análise de DBO é bem definido para águas doces e efluentes, porém é insatisfatório para águas salinas ou marinhas, uma vez que a maior parte da matéria orgânica dissolvida é resistente à oxidação microbiana (OGAWA et al., 2001; SIMON et al., 2011), de forma que esse parâmetro se mostra pouco eficiente para avaliar efeitos antrópicos no ambiente marinho.

Figura 42 – Valores de demanda bioquímica de oxigênio (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

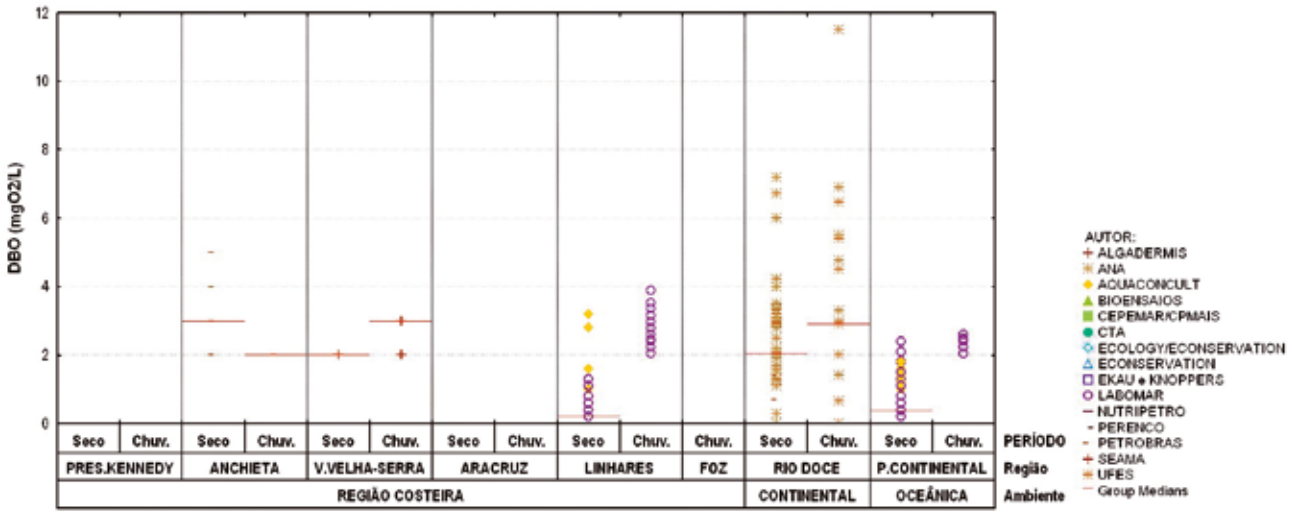
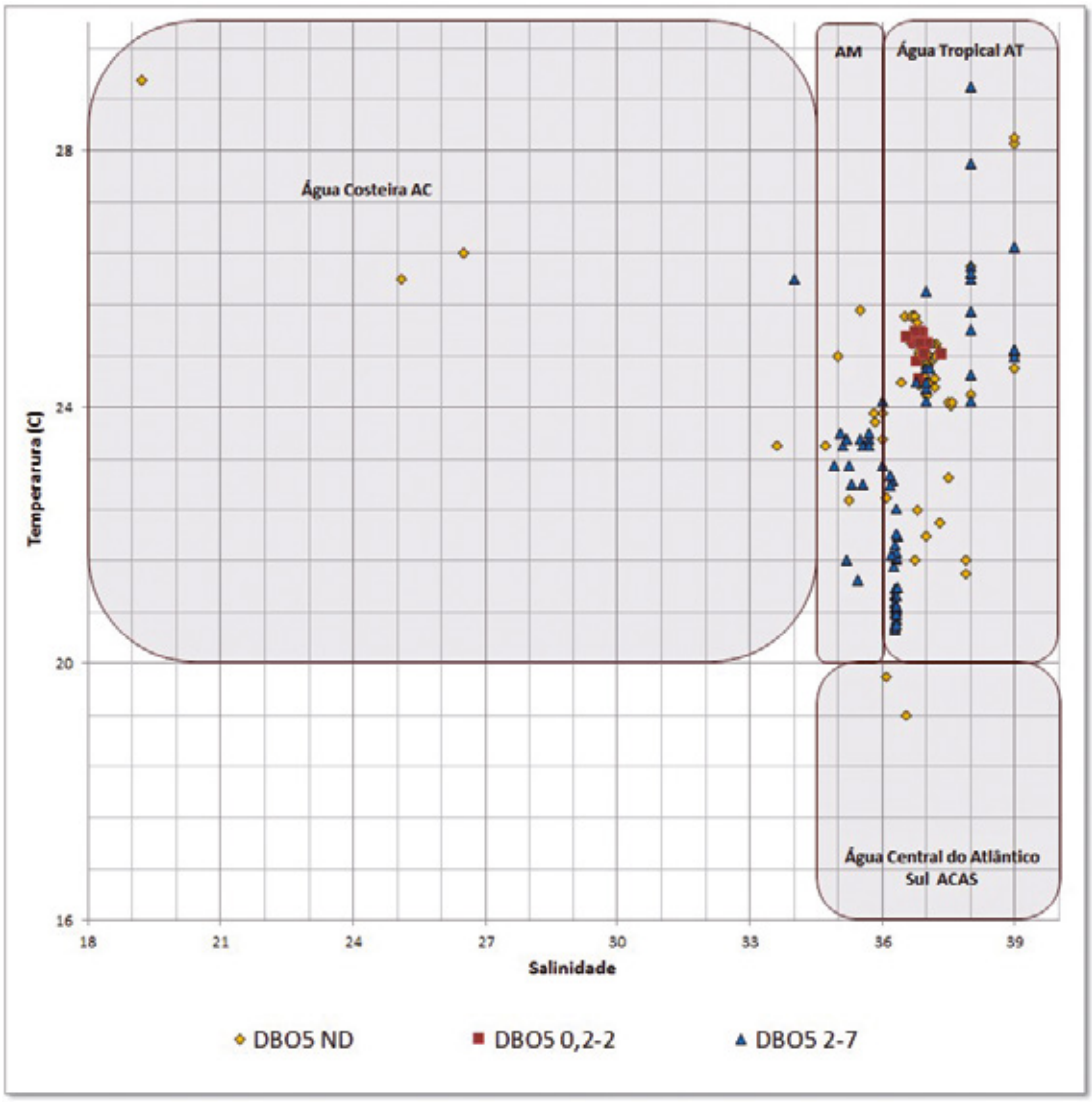


Figura 43 – Distribuição de três classes de resultados de DBO5, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.6 Sólidos suspensos totais e turbidez

As concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SSTs) verificados nos estudos (EKAU; KNOPPERS, 1996) do ambiente marinho do Espírito Santo variaram desde 0,3 mg/L, na região de Comboios (Aracruz), até concentrações superiores a 100 mg/L, observadas na região de Presidente Kennedy (período seco) e Vila Velha-Serra (período chuvoso). No período seco, as concentrações de SSTs alcançaram valores elevados (máximo de 350 mg/L), porém com a mediana inferior à verificada em Presidente Kennedy no mesmo período (Figura 44).

No ambiente marinho, as maiores concentrações de SSTs são observadas em áreas costeiras, uma vez que essas regiões são fortemente influenciadas pelo aporte continental, com concentrações superiores a 15 mg/L, sendo consideradas elevadas e indicativas da influência de rios (REZENDE et al., 2006). Essa influência dos aportes continentais pode ser verificada nos dados obtidos neste levantamento, uma vez que menores concentrações de SSTs foram constatadas em amostras de áreas oceânicas, localizadas na parte média e exterior da plataforma continental. O rio Doce é o segundo rio em produção de sedimentos em suspensão para a costa leste brasileira, contribuindo com 110 t/km².ano, atrás apenas do rio Mucuri, que aporta 220 t/km².ano (SOUZA; KNOPPERS, 2003). Sua vazão, no entanto, acompanha a pluviosidade da bacia, com vazões máximas entre novembro e abril e mínimas entre maio e outubro (ZOFFOLI; KAMPEL; FONSECA, 2011). Conforme Econservation (2013), a campanha de período seco realizada na região de Presidente Kennedy foi marcada por tempo instável e ventos moderados, cenário que favoreceu o aumento dos teores de material em suspensão nas amostras desse período, sendo que o período chuvoso apresentou condições de tempo mais estáveis, similares aos verificados em outros estudos nessa região.

Figura 44 – Valores de sólidos suspensos totais (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

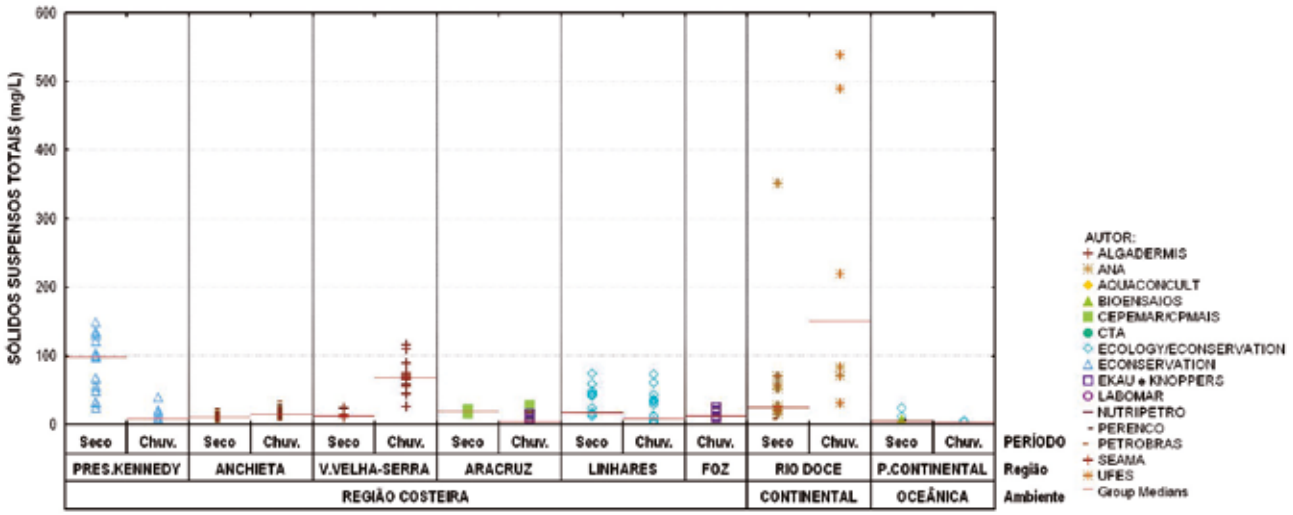
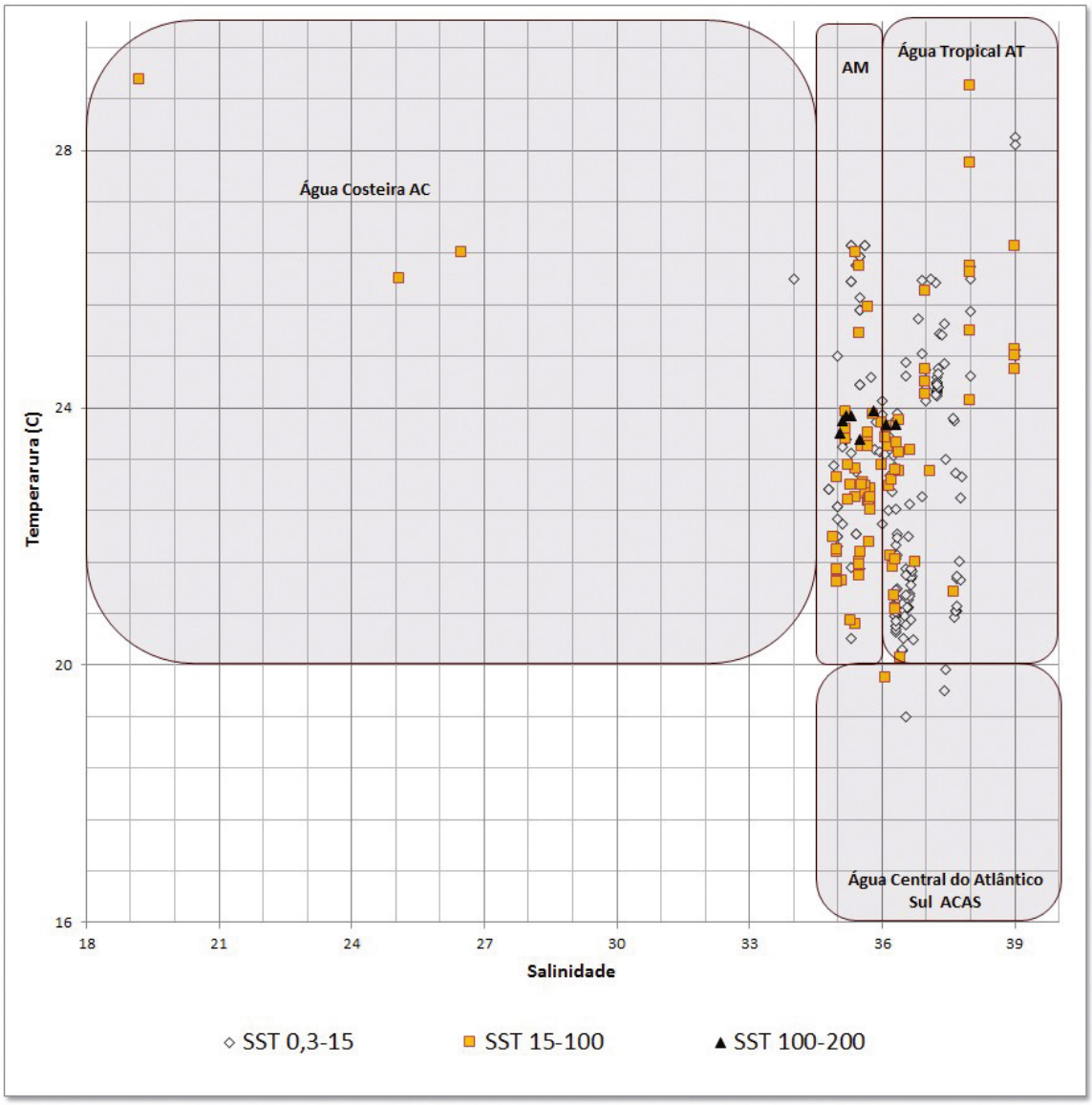


Figura 45 – Distribuição de três classes de resultados de SSTs, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Com relação aos resultados de turbidez verificados na literatura para o ambiente marinho do Espírito Santo, os valores variaram desde 0,00008 UNT na região de Anchieta (PETROBRAS, 2011) a 89 UNT em Presidente Kennedy (ECONSERVATION, 2013) (Figura **46**). Os resultados de turbidez apresentaram comportamento similar ao verificado para SSTs. A turbidez é frequentemente utilizada como substituta da análise de SSTs, dada a estreita relação existente entre os dois parâmetros, porém, além da concentração de material em suspensão, existem outros fatores responsáveis pela turbidez da água, como coloides, matéria orgânica dissolvida e organismos microscópicos (MEDEIROS; MAGALHÃES, 2015).

Figura 46 – Valores de turbidez (UNT) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

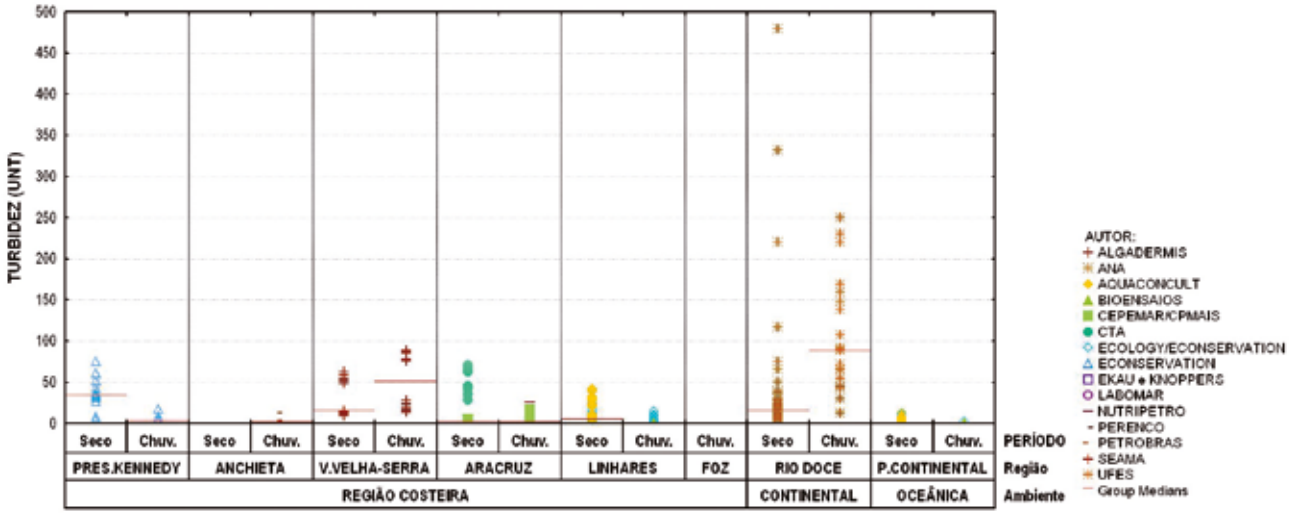
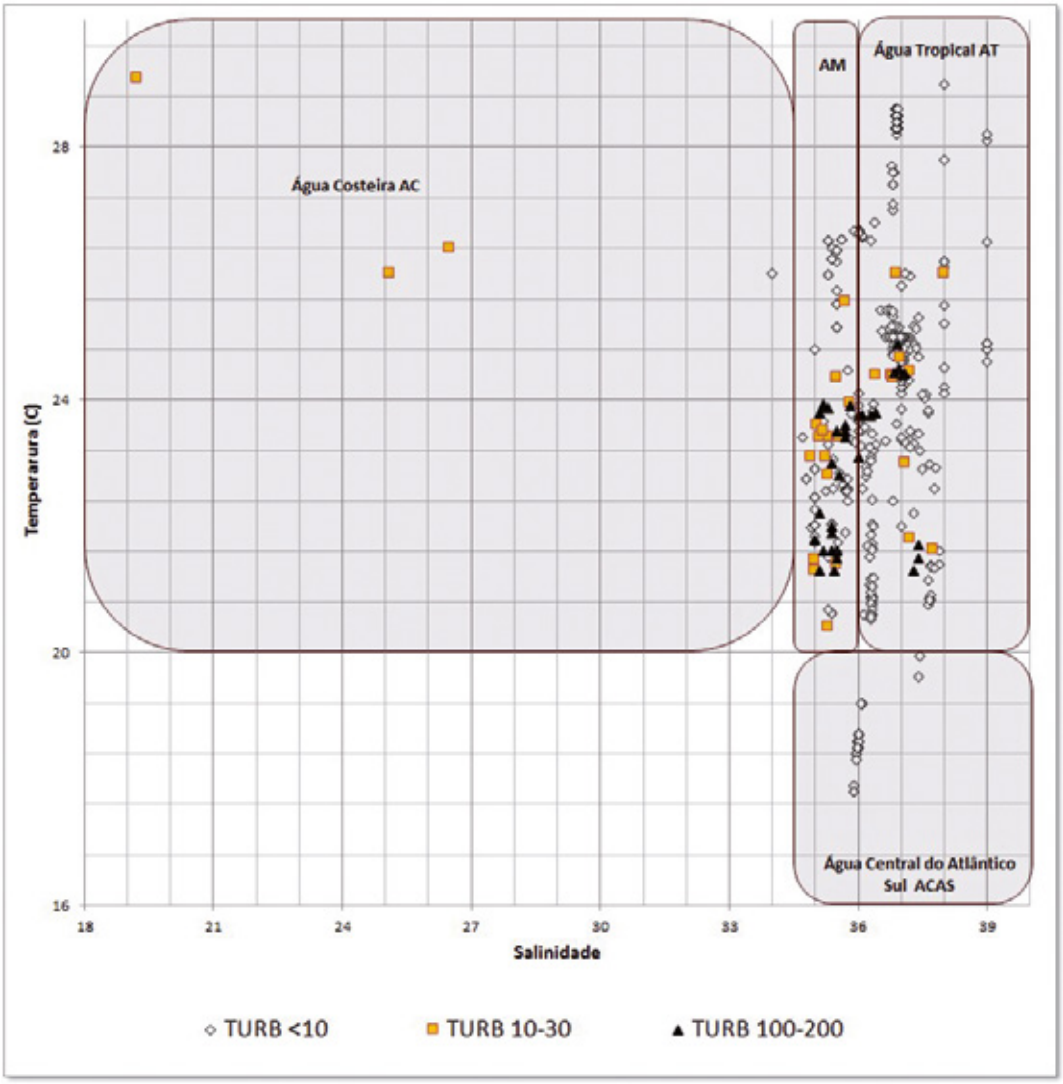


Figura 47 – Distribuição de três classes de resultados de turbidez, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.7 Nutrientes

O nitrogênio é o principal elemento nutriente limitante para a produção primária nas águas marinhas. Com o aumento do carregamento de nitrogênio pelos estuários pode causar problemas de eutrofização. Aproximadamente 10% do total de nitrogênio na água do mar consiste de compostos orgânicos e inorgânicos, sendo o restante composto de nitrogênio na forma gasosa (N_2). Nitrato ($NO3^-$), nitrito ($NO2^-$) e amônia ($NH3^+NH4^+$) são as formas principais (KENNISH, 2000).

As concentrações de nitrogênio amoniacal verificadas no ambiente marinho do Espírito Santo variaram desde concentrações não detectáveis, observadas em todas as amostras oceânicas, até 1,1 mg/L, em Aracruz no período chuvoso, sendo que em todas as áreas costeiras as concentrações foram predominantemente inferiores a 0,06 mg/L, inclusive na região da foz do rio Doce, onde a concentração máxima foi de 0,0154 mg/L (Figura 48).

As concentrações de nitrogênio amoniacal são geralmente muito baixas no ambiente oceânico, no entanto, em regiões costeiras, suas concentrações costumam ser mais elevadas devido ao aporte continental de matéria orgânica (REZENDE et al., 2006). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o valor de 0,4 mg/L de nitrogênio amoniacal para águas salinas e salobras Classe 1, de forma que, com exceção do valor máximo verificado em Aracruz no período chuvoso, todos os demais resultados para o ambiente marinho mantiveram-se de acordo com a Classe 1.

Figura 48 – Valores de nitrogênio amoniacal (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

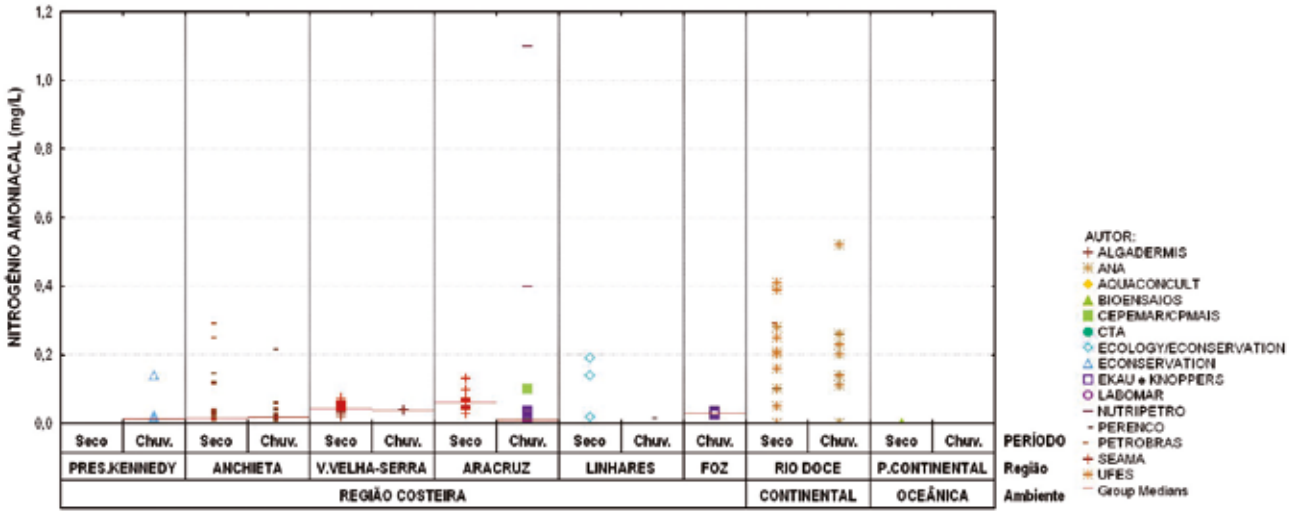
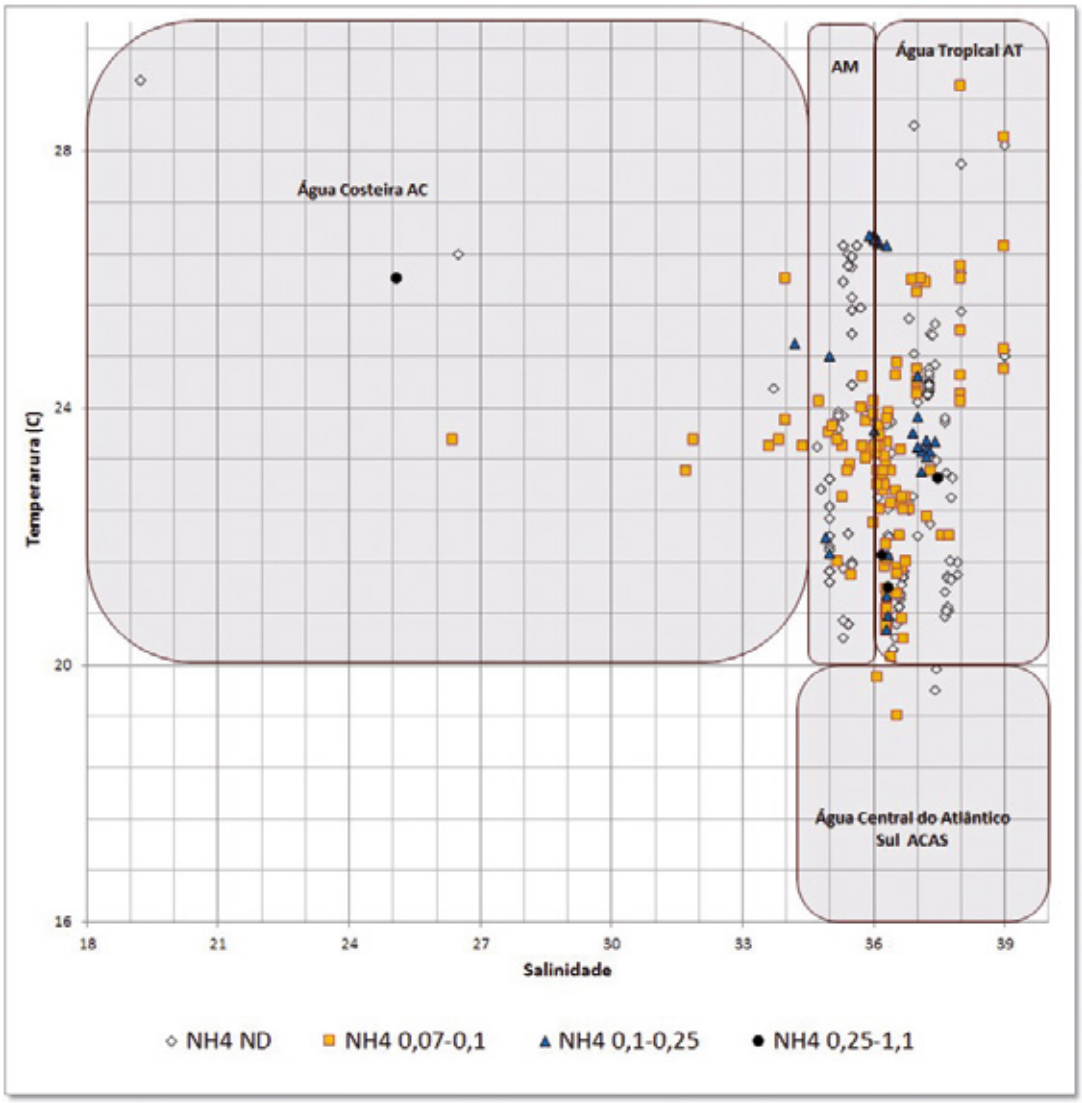


Figura 49 – Distribuição de quatro classes de resultados de nitrogênio amoniacal, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Para o nitrito, as concentrações observadas na região marinha do Espírito Santo variaram entre valores não detectáveis até 0,038 mg/L, verificado em Aracruz no período chuvoso, onde a concentração mediana foi de 0,01 mg/L. A região da foz do rio Doce não apresentou a mediana entre valores quantificáveis, onde a concentração máxima verificada foi de 0,0032 mg/L (Figura 50). As concentrações de nitrito são extremamente baixas em águas oceânicas e mais elevadas em regiões costeiras, seguindo o ciclo de utilização do nitrogênio pelo fitoplâncton (REZENDE et al., 2006).

Com relação às concentrações de nitrato, as concentrações verificadas no ambiente marinho variaram de concentrações não detectáveis a 2,7 mg/L (V. Velha-Serra). Todas as regiões apresentaram, porém, concentrações de nitrato predominantemente inferiores a 0,05 mg/L (Figura **52**). O nitrato é a forma oxidada mais estável do nitrogênio em solução aquosa, sendo regenerado por via bacteriana (nitrificação) a partir do nitrogênio orgânico. A regeneração, em geral, é menor que a assimilação, gerando baixas concentrações, principalmente no ambiente oceânico (BAUMGARTEN; ROCHA; NIENCHESKI, 1996).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite estabelecido de nitrito para águas salinas e salobras Classe 1 é de 0,07 mg/L, de forma que todos os resultados levantados se mantiveram de acordo com o padrão estabelecido para essa classe; já para nitrato, cinco amostras da região costeira de V. Velha-Serra no período seco ultrapassaram o valor da Classe 1 (0,04 mg/L) em mais de duas vezes esse valor, atingindo valores de até 2,7 mg/L, o restante dos dados apresentaram valores inferiores aos limites da Classe 1.

Figura 50 – Valores de nitrito (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

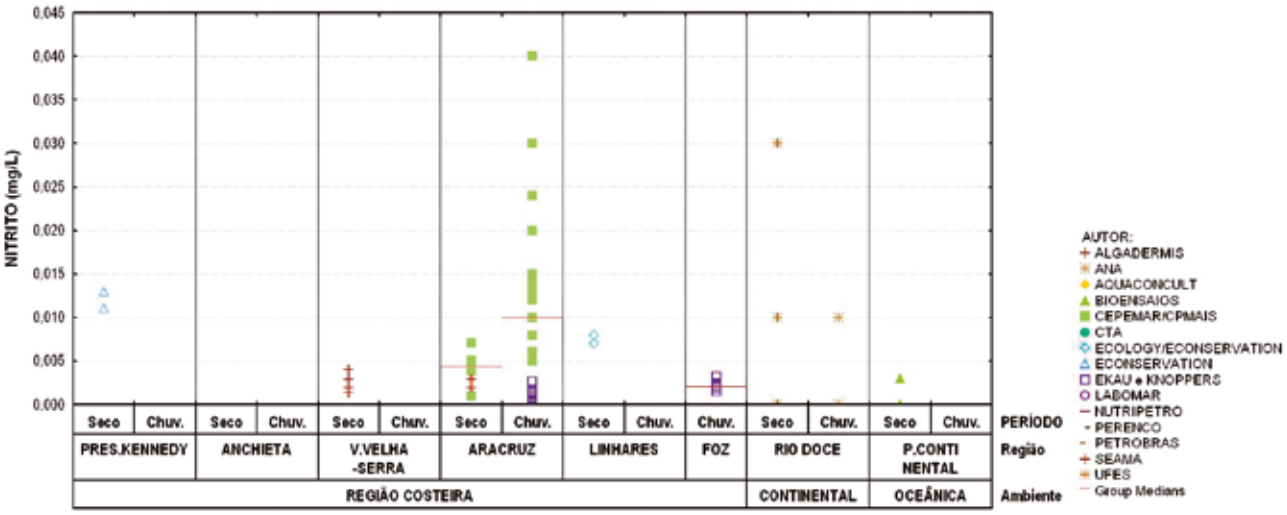
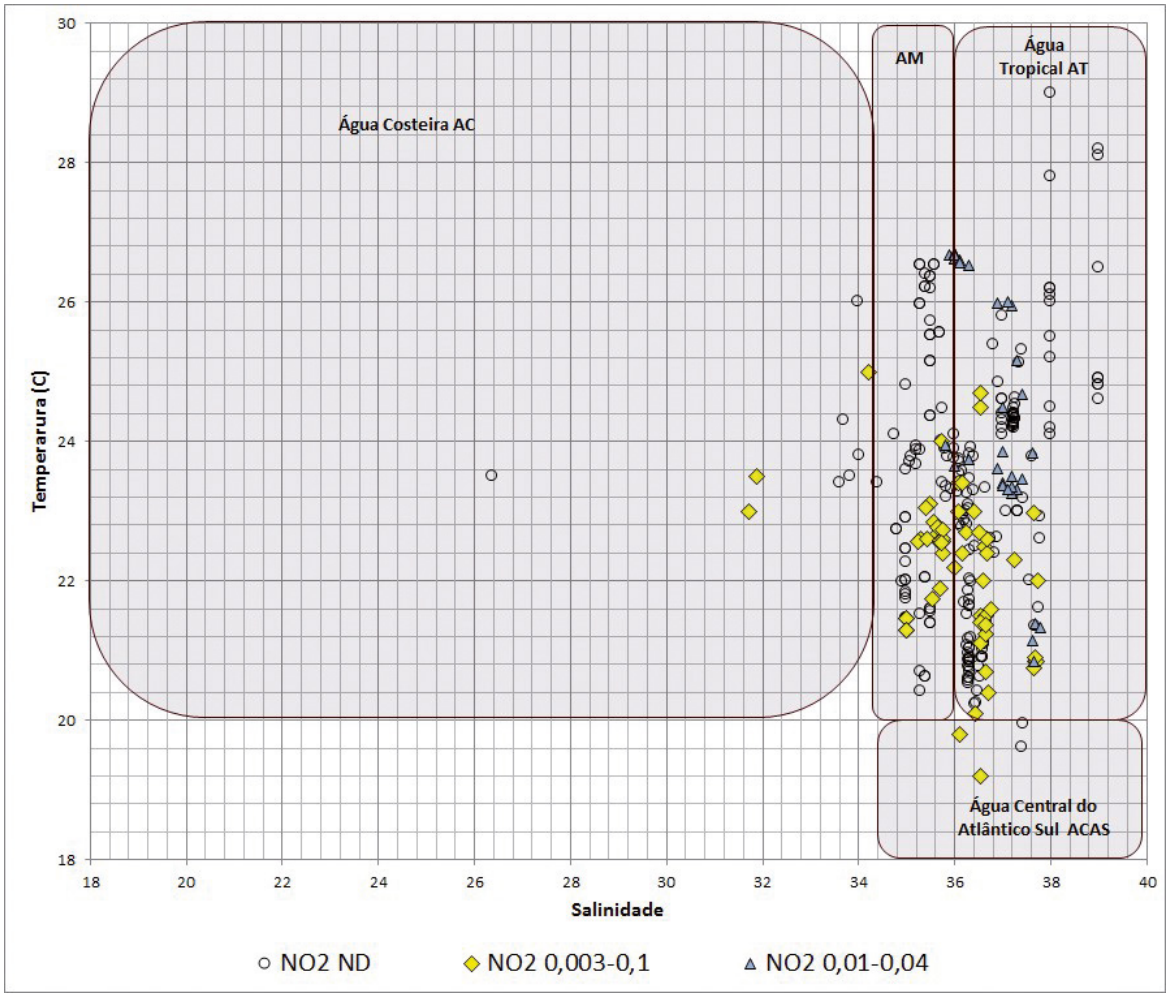


Figura 51 – Distribuição de três classes de resultados de nitritos, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Figura 52 – Valores de nitrato (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

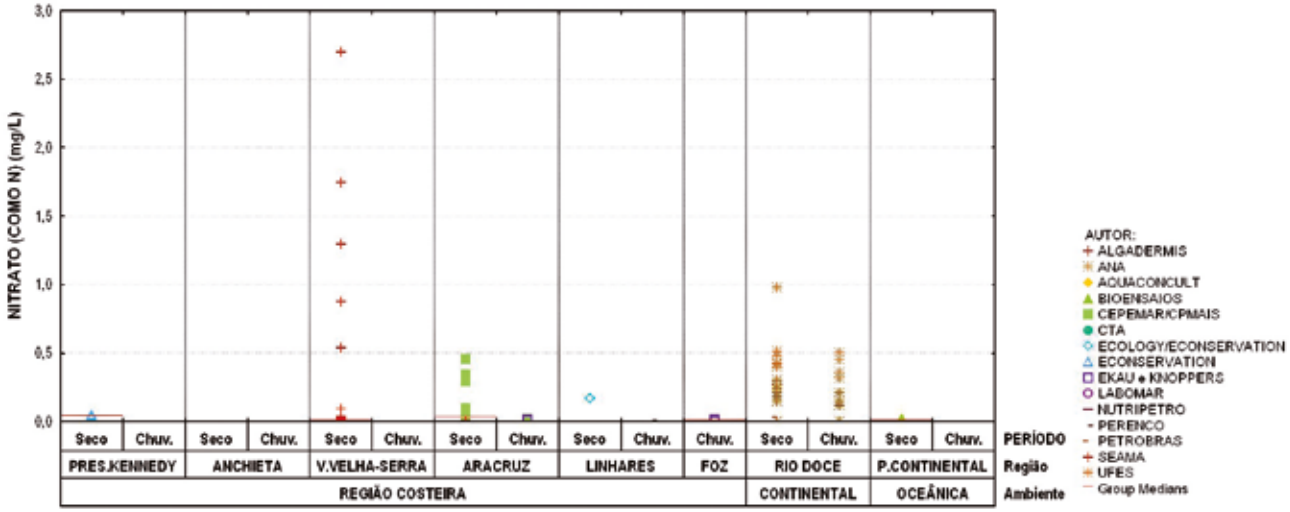
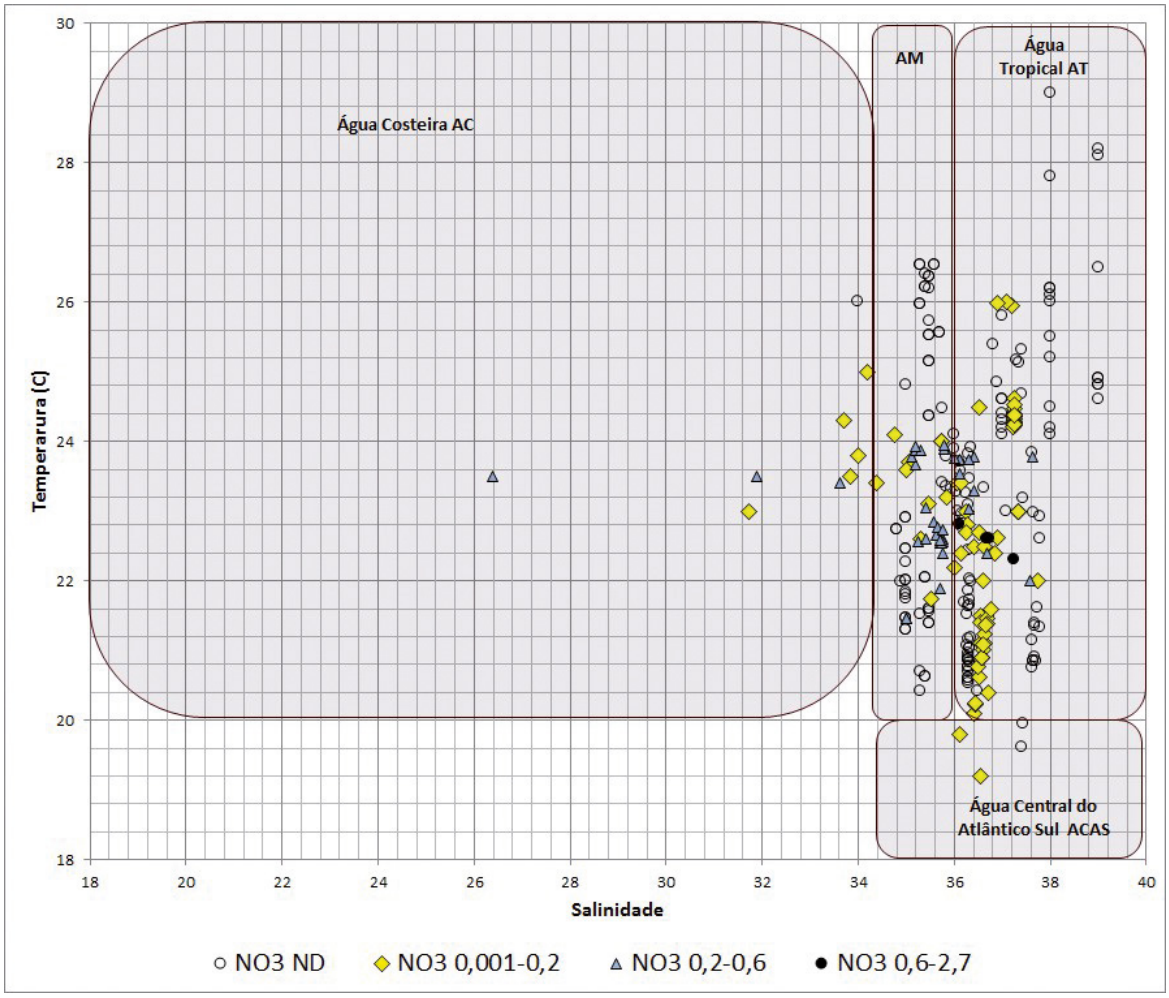


Figura 53 – Distribuição de quatro classes de resultados de nitratos, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Em algumas regiões costeiras, a produção primária também pode ser limitada pelas concentrações de fósforo em alguns períodos do ano. A razão nitrogênio/fósforo em águas marinhas (aproximadamente 16:1) se aproxima da verificada no fitoplâncton, com a razão verificada em ambientes marinhos, podendo apresentar uma ampla faixa de variação (KENNISH, 2000).

As concentrações de fosfato nas amostras de origem marinha variaram de valores não detectáveis a 0,088 mg/L, verificado na região de Aracruz no período chuvoso. A maior mediana em regiões costeiras foi de 0,03 mg/L, observada na região de Linhares no período seco, com o predomínio de concentrações não detectáveis na região oceânica e concentrações inferiores a 0,01 mg/L na foz do rio Doce (Figura 54). Concentrações inferiores a 0,03 mg/L caracterizam ambientes oceânicos oligotróficos, com concentrações mais elevadas associadas à ressurgência de águas profundas ou à proximidade de regiões estuarinas, como do rio Doce, sendo o fosfato um parâmetro indicativo do enriquecimento de águas costeiras pelo aporte continental (REZENDE et al., 2006). As concentrações de fosfato foram predominantemente inferiores a 0,03 mg/L nas regiões costeiras, mantendo-se totalmente abaixo desse nível na região oceânica e nas amostras da foz do rio Doce.

Para fósforo total, os resultados obtidos no ambiente marinho variaram de concentrações não detectáveis a 0,82 mg/L em Aracruz no período chuvoso, com a maior mediana ocorrendo em Presidente Kennedy no período chuvoso (0,06 mg/L). Nenhuma amostra apresentou concentração detectável nas regiões de V. Velha-Serra, de Linhares, da foz do rio Doce e região oceânica (Figura 55). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite de 0,062 mg/L de fósforo total para águas salinas Classe 1, limite ultrapassado por apenas uma amostra de Aracruz.

Figura 54 – Valores de fosfato (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

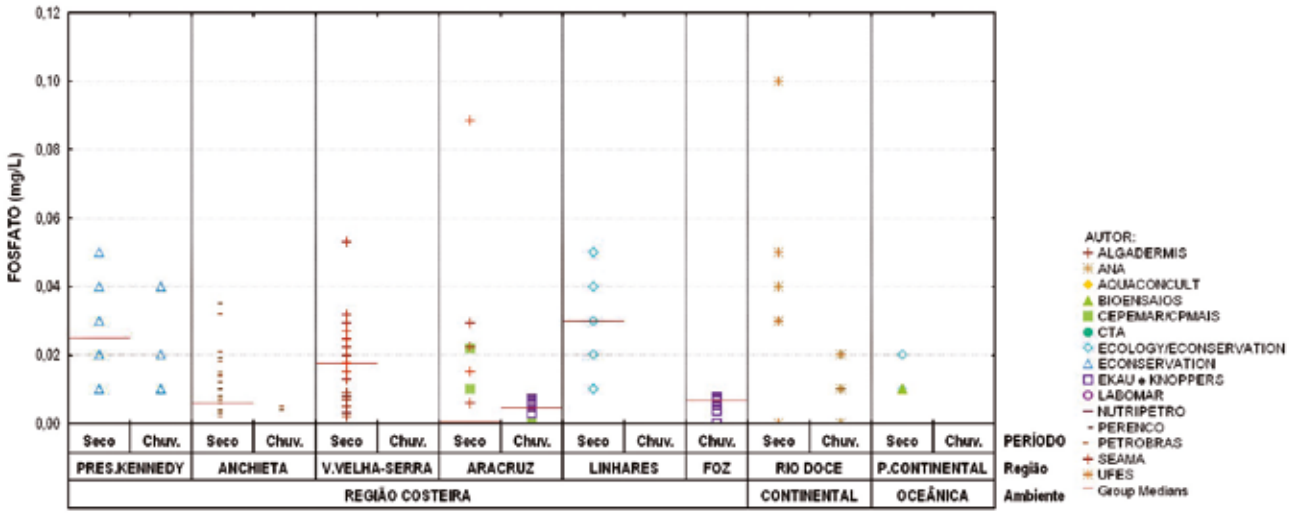
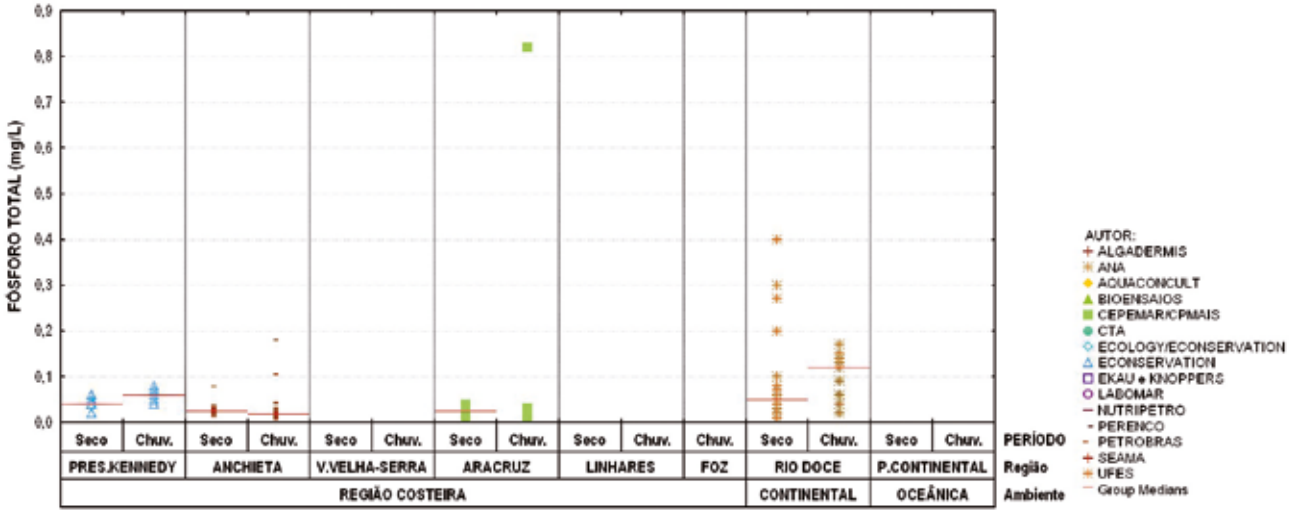


Figura 55 – Valores de fósforo total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.



A água do mar possui baixas concentrações de matéria orgânica (menos de 0,01% do total de sais), que consiste em uma ampla gama de compostos dissolvidos e particulados. A maior parte dos compostos orgânicos no ambiente marinho deriva da produção primária do fitoplâncton marinho. Outras fontes são o influxo de rios, a deposição atmosférica, a ressuspensão de matéria orgânica de fundo e a excreção de organismos marinhos (KENNISH, 2000).

As amostras do ambiente marinho apresentaram concentrações de Carbono Orgânico Total (COT) entre concentrações não detectáveis e 4 mg/L, valor encontrado na região costeira de Linhares e região oceânica, ambas no período seco. Nessas duas regiões, verificou-se, porém, o predomínio de concentrações não detectáveis. Não foram encontrados resultados de COT para o rio Doce e sua foz (Figura **56**). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os limites de 3 mg/L de COT para águas salinas/salobras Classe 1. Os resultados obtidos indicam o predomínio, na região costeira e marinha, de concentrações condizentes com o padrão estabelecido para águas salinas Classe 1, com a ocorrência em amostras de Anchieta, Linhares e da região oceânica, que apresentaram concentrações acima dos limites da Classe 1.

Figura 56 – Valores de carbono orgânico total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

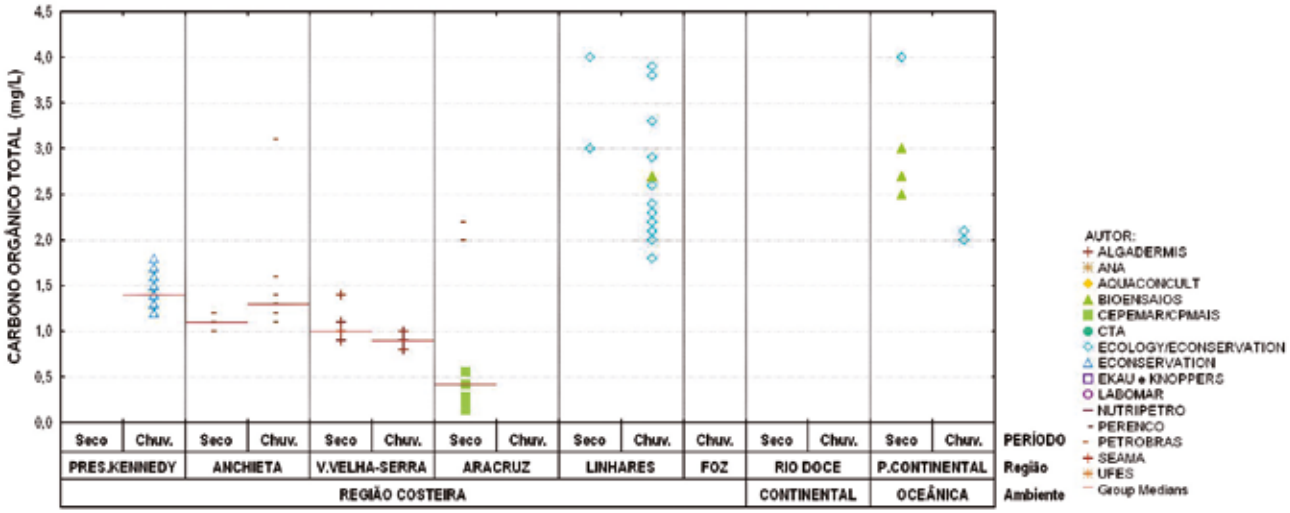
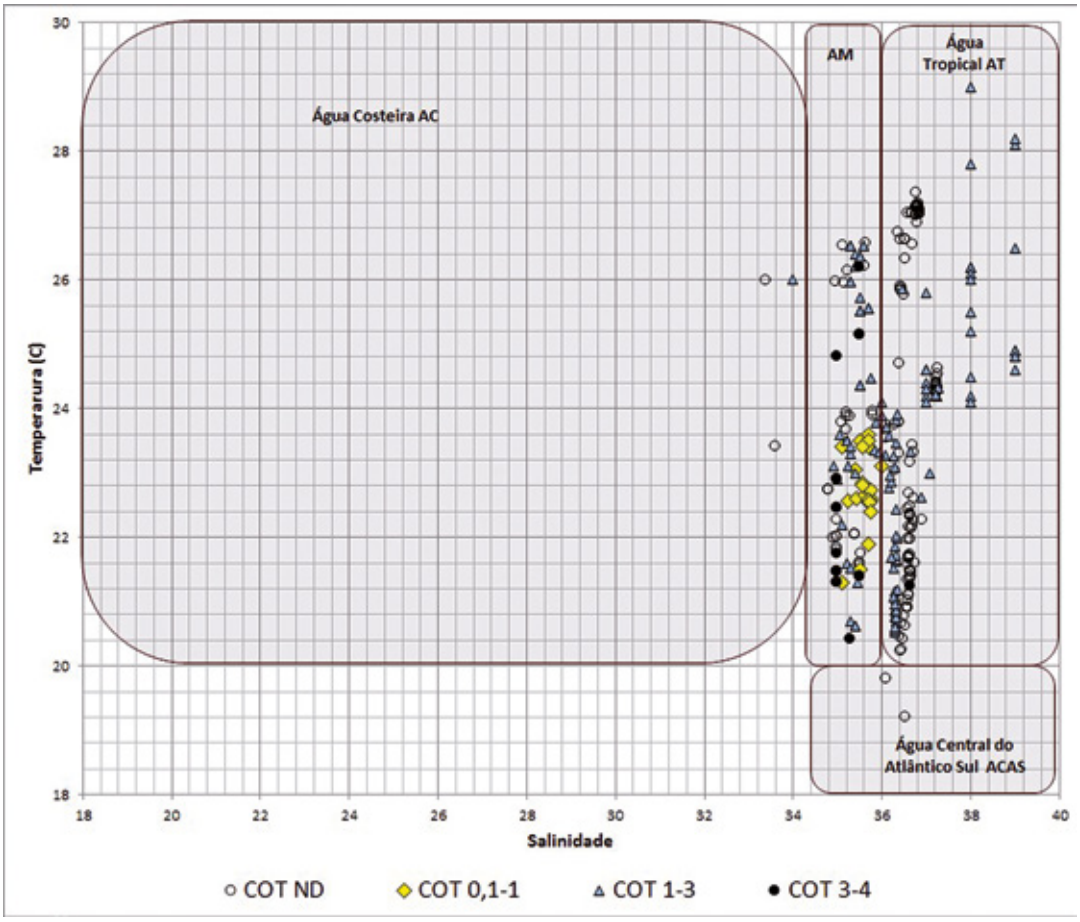


Figura 57 – Distribuição de quatro classes de resultados de COT, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.8 Clorofila-a

Entre os pigmentos responsáveis pela captura da energia luminosa para a fotossíntese, a clorofila-a é o único que se encontra na maioria das células vegetais. Embora não seja um perfeito descritor da biomassa fitoplanctônica, a clorofila-a é amplamente utilizada, sendo inclusive acessada atualmente por imagens de satélite da cor do oceano. Concentrações inferiores a 2,8 μg/L são típicas de regiões oceânicas oligotróficas (CIOTTI et al, 2006).

As regiões de Presidente Kennedy e Linhares na região costeira, além da região oceânica e o rio Doce, no período chuvoso, não apresentaram dados de clorofila-a reportados. Para a região de Anchieta, todos os resultados obtidos foram abaixo do limite de quantificação. A maior concentração foi verificada em um ponto localizado a 1 km da costa de Vila Velha no período seco (12,99 μg/L), porém a maior mediana foi observada na região de Vila Velha-Serra no período chuvoso (3,5 μg/L), conforme mostra a Figura 58. De forma geral, a costa leste brasileira é caracterizada por ser uma região de baixa produtividade, no entanto a porção mais ao sul da costa leste brasileira parece ser uma unidade funcional distinta em que a produção primária é sustentada em períodos específicos por fluxos de água doce oriundos dos rios Doce e Paraíba do Sul e a ressurgência da massa de água central do Atlântico Sul (ACAS) em águas rasas (EKAU; KNOPPERS, 1999).

Figura 58 – Valores de clorofila-a (μg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

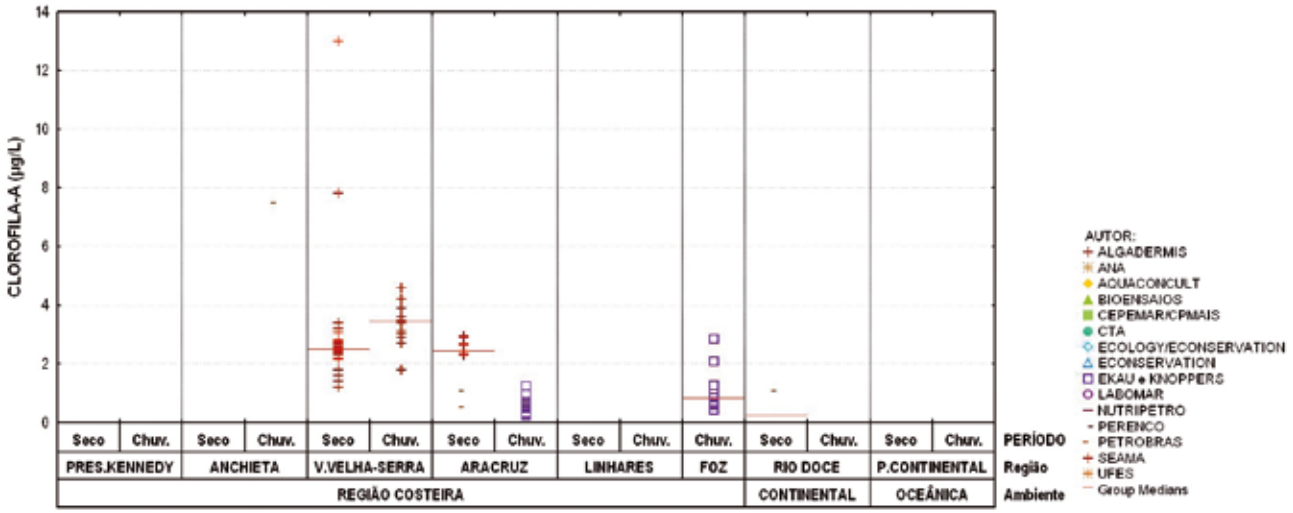
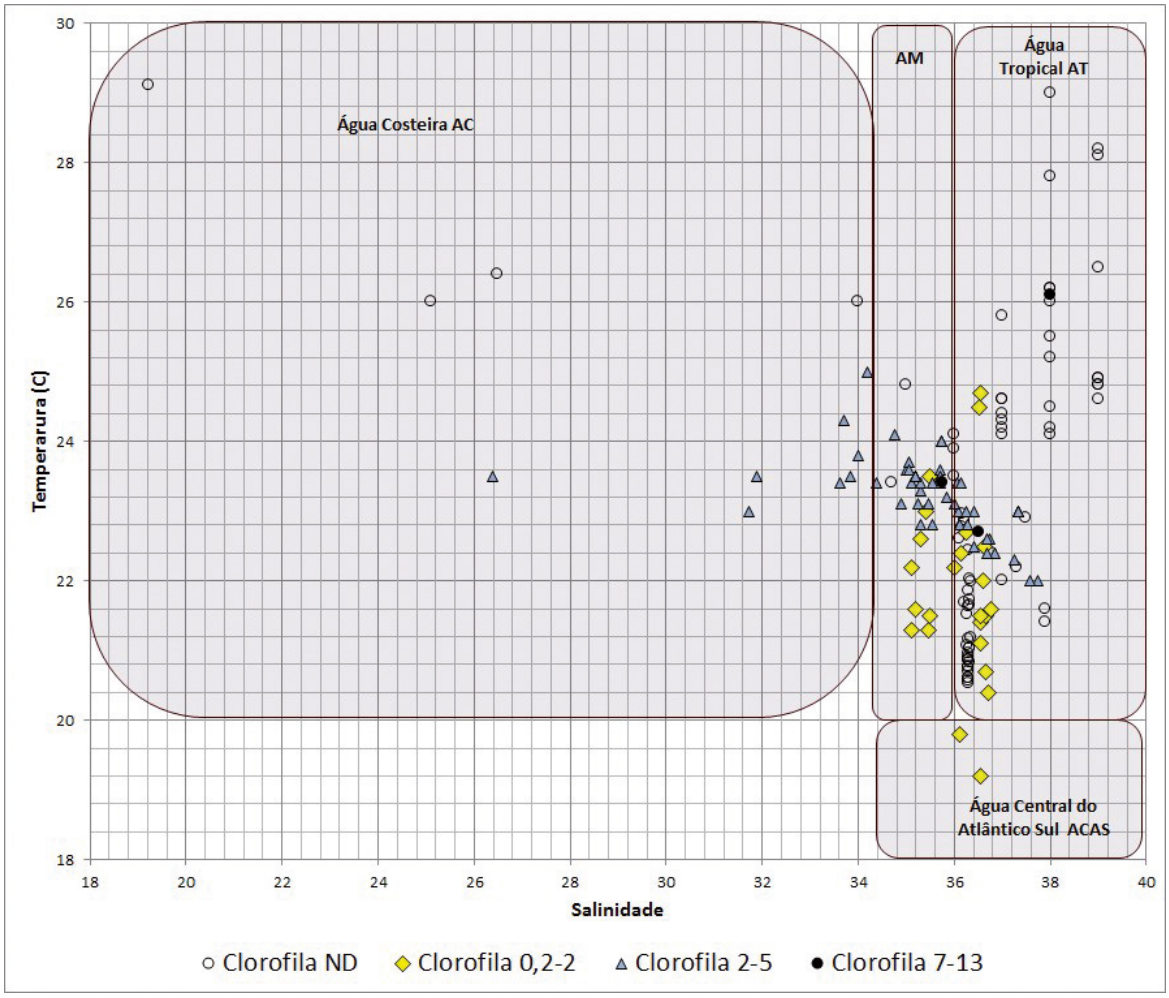


Figura 59 – Distribuição de classes de resultados de clorofila-a, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

2.2.3.9 Metais

Embora presente em formas dissolvidas, coloidais e particuladas, os metais-traço no oceano ocorrem em concentrações muito baixas e variáveis. Elementos como cobre, ferro, manganês e zinco são essenciais para o funcionamento da flora marinha, enquanto outros metais, como chumbo, cádmio e mercúrio, podem ser tóxicos mesmo em baixas concentrações (KENNISH, 2000). O aumento da salinidade na interface rio/oceano e o consequente aumento das concentrações dos principais cátions da água do mar levam à floculação e sedimentação dos metais ou à dessorção destes em partículas em suspensão, de modo que a concentração dissolvida de metais na água do mar tende a se manter baixa, mesmo com aportes de origem continental (BRULAND; LOHAN, 2003).

Entre os estudos verificados no estado do Espírito Santo, resultados de cobre total foram encontrados apenas para as regiões costeiras de Anchieta e Linhares e para regiões oceânicas, sendo que apenas em Anchieta verificou-se concentrações quantificáveis, com concentrações máximas de 0,0047 mg/L no período seco e de 0,0016 mg/L no período chuvoso. Em ambos os períodos, verificou-se o predomínio de concentrações abaixo do limite de quantificação. Para a foz do rio Doce, um estudo da UFES (2016), realizado 12 dias antes da chegada da pluma de sedimentos no oceano, apresentou a concentração de 0,032 mg/L de cobre total. Já para o cobre dissolvido foram obtidos resultados para as regiões costeiras de Presidente Kennedy, Aracruz e foz do rio Doce, sendo verificada a ocorrência de concentração quantificável apenas em uma amostra de Aracruz (0,0013 mg/L) no período seco, e na foz do rio Doce, 12 dias antes da chegada da pluma, a concentração verificada de cobre dissolvido foi de 0,0151 mg/L (Figura **60**). O limite de cobre dissolvido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Classe 1) é de 0,005 mg/L para águas salinas e salobras, de forma que as concentrações quantificadas se mantiveram dentro do estabelecido pela legislação, exceto o valor encontrado na foz do rio Doce 12 dias antes da chegada da pluma de rejeitos na região.

Figura 60 – Valores de cobre total e cobre dissolvido (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

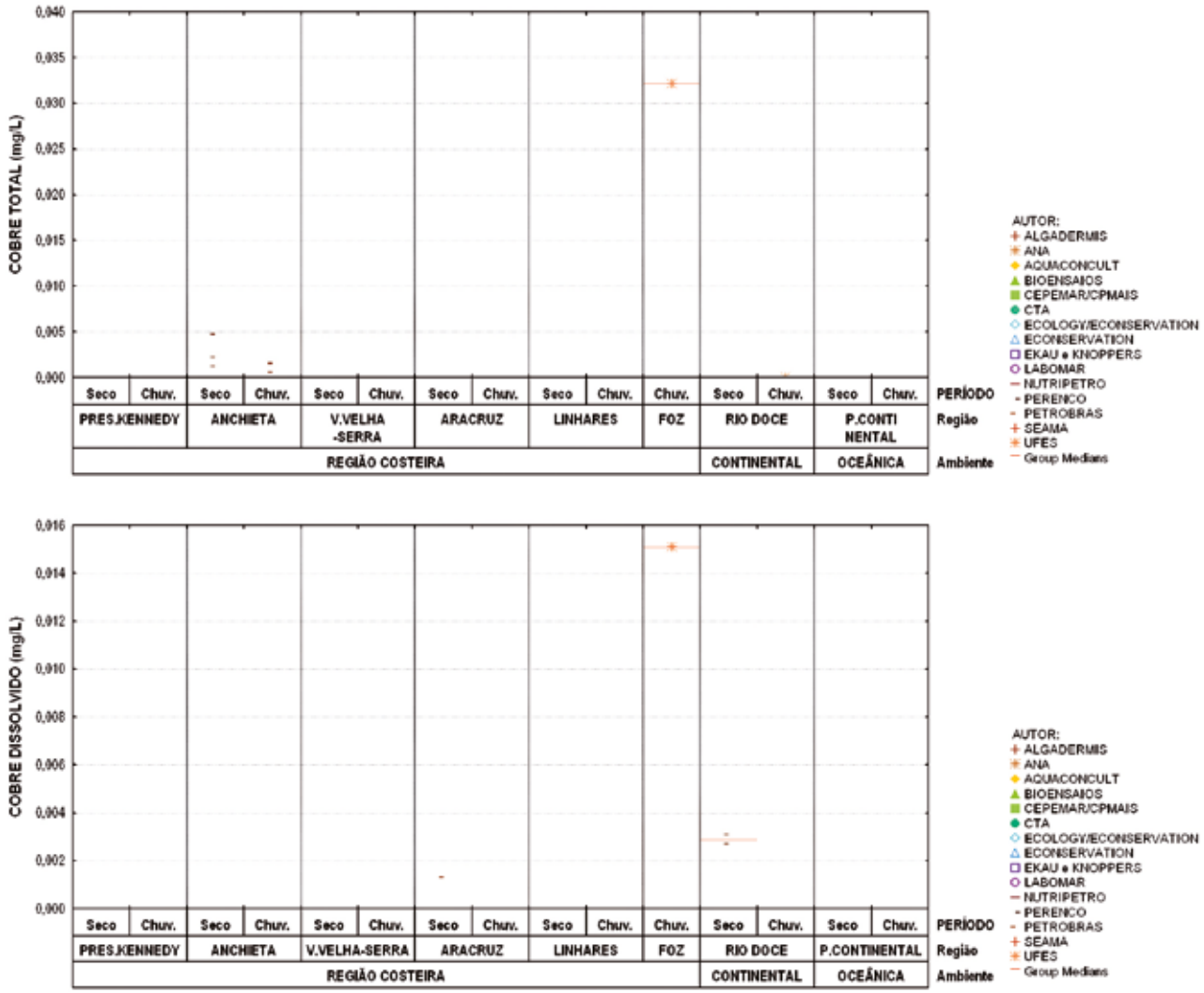
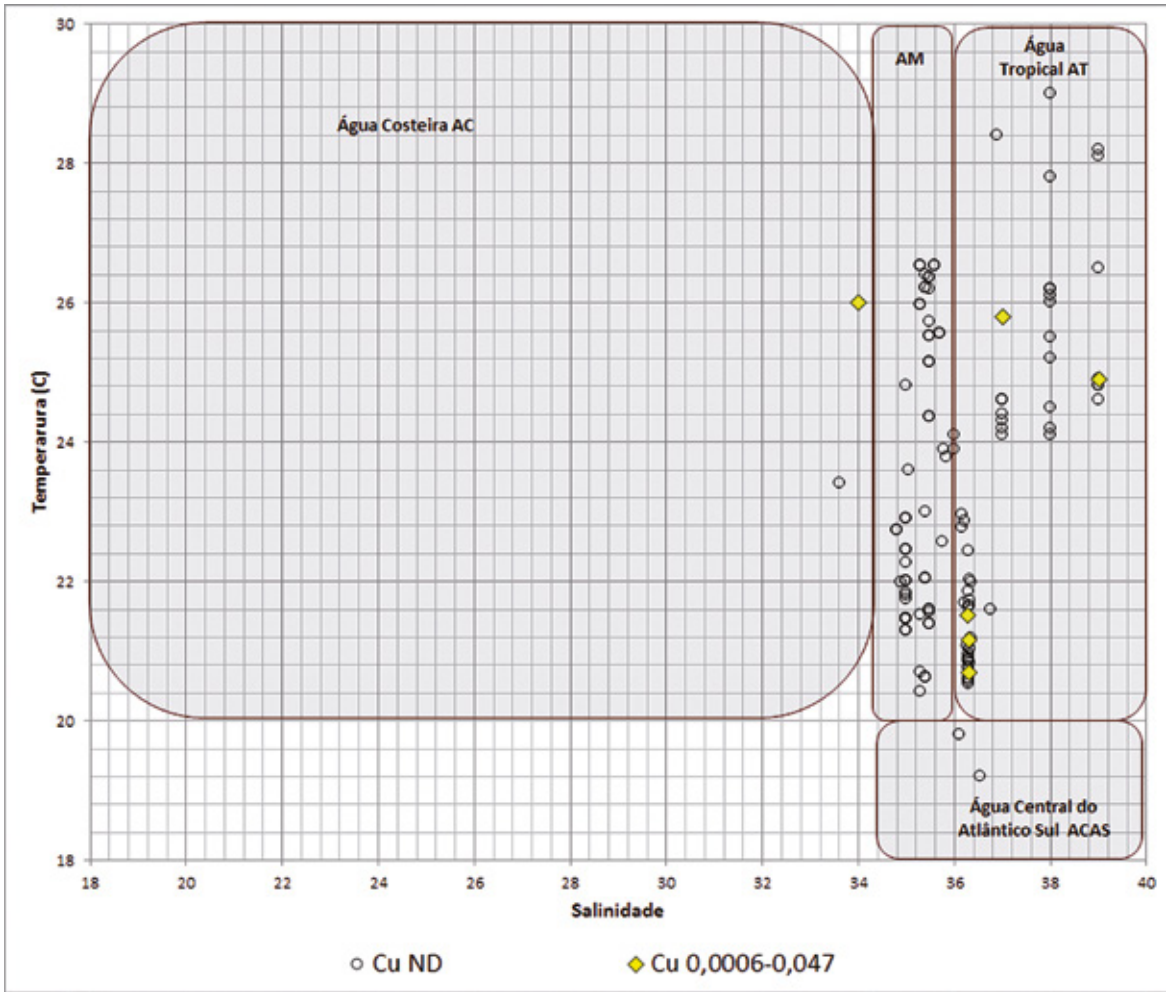


Figura 61 – Distribuição de duas classes de resultados de cobre total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Para o ferro, concentrações totais foram verificadas nas regiões costeiras de Anchieta, Vila Velha-Serra (período seco) e Aracruz, com concentrações quantificáveis verificadas nas três regiões. As maiores concentrações do ambiente marinho foram verificadas em Aracruz no período seco (máximo de 4 mg/L), conforme mostra a Figura 62. Com relação à fração dissolvida, resultados foram obtidos apenas para as regiões costeiras de Presidente Kennedy, Linhares e ambiente oceânico, sendo todos os resultados inferiores aos limites de quantificação. Para a foz do rio Doce, um estudo da UFES (2016), realizado 12 dias antes da chegada da pluma de sedimentos no oceano, apresentou a concentração de 0,008 mg/L de ferro dissolvido. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece a concentração de 0,3 mg/L de ferro dissolvido para águas salobras e salinas Classe 1.

Figura 62 – Valores de ferro total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

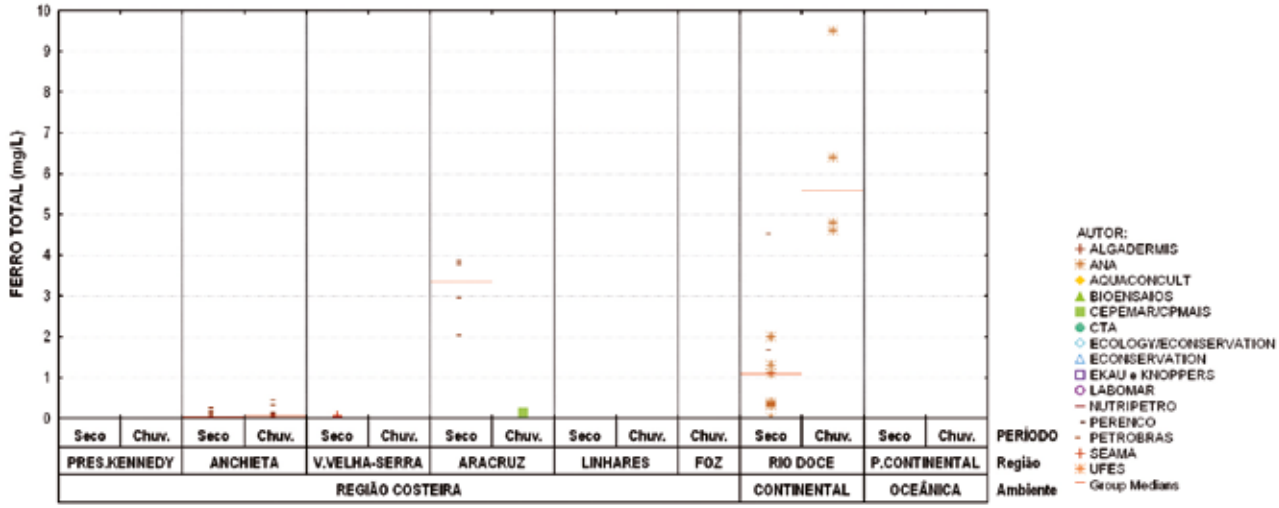
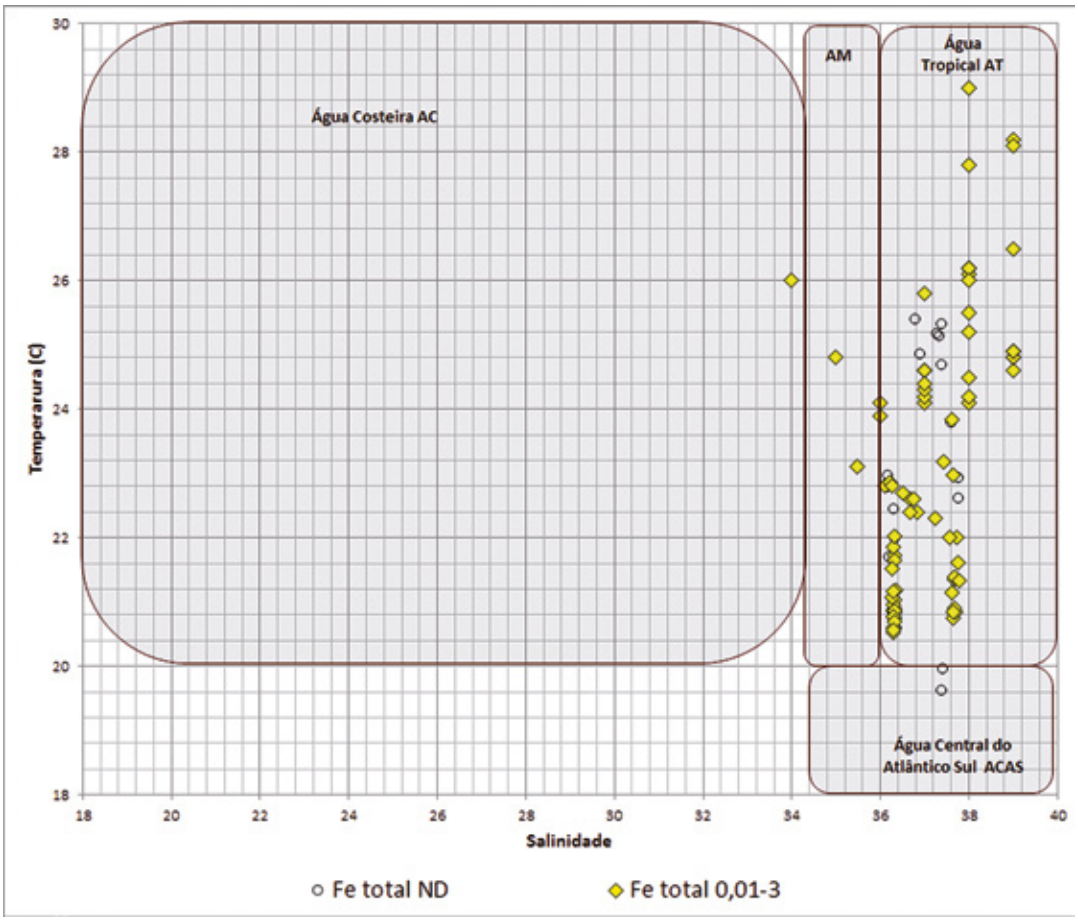
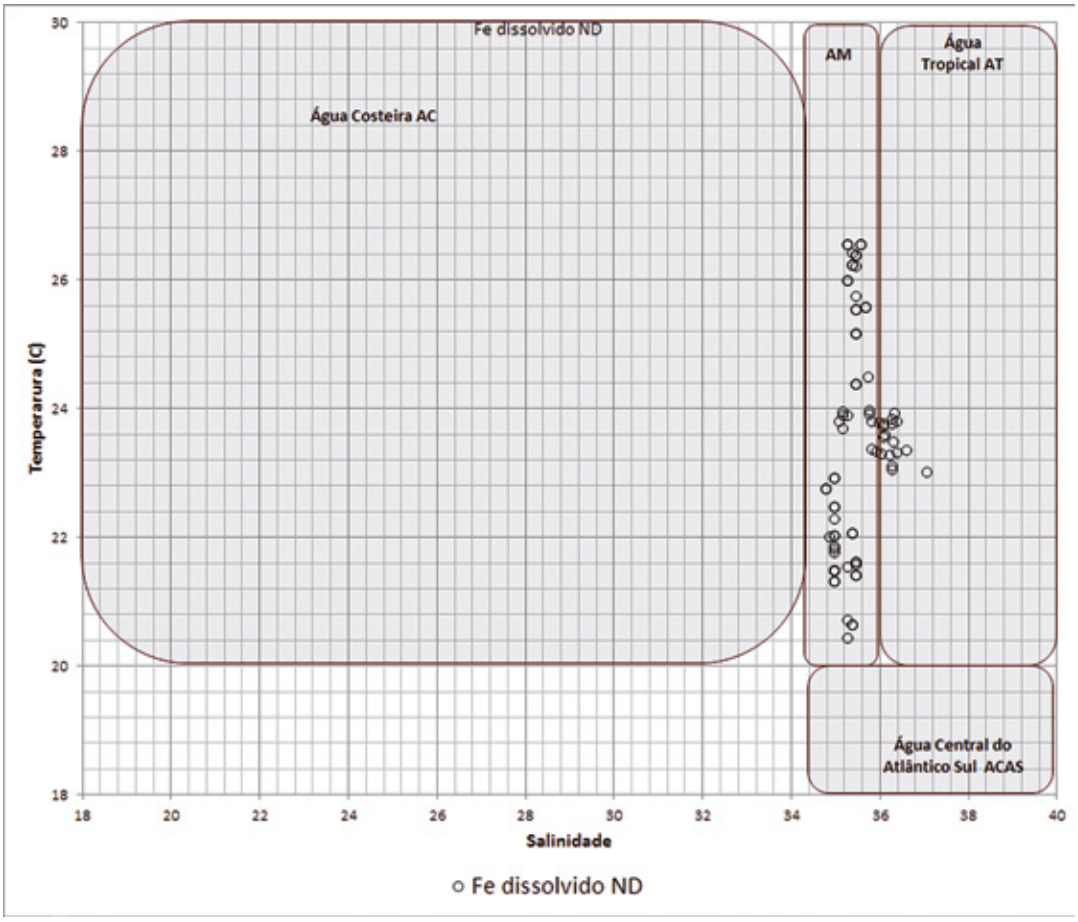


Figura 63 – Distribuição de duas classes de resultados de ferro total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Figura 64 – Distribuição da única classe de resultados de ferro dissolvido, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Concentrações de manganês total foram verificadas para a maioria das regiões avaliadas, exceto Vila Velha-Serra. As maiores concentrações do ambiente costeiro foram observadas na região de Presidente Kennedy no período seco (0,11 mg/L) e, para as regiões oceânica, os maiores valores ocorreram no período chuvoso (máximo de 0,08). Na região de Linhares e Anchieta, verificaram-se medianas mais elevadas no período chuvoso, sendo que, para o período seco de Anchieta, houve o predomínio de valores não detectados, da mesma forma que observado para Aracruz nos períodos seco e chuvoso. Para a foz do rio Doce, um estudo da UFES (2016), realizado 12 dias antes da chegada da pluma de sedimentos no oceano, apresentou a concentração de 0,077 mg/L de manganês total (Figura 65). Não foram encontrados estudos com resultados de manganês na fração dissolvida, exceto para a foz do rio Doce, onde se observou a concentração de 0,077 mg/L 12 dias antes da chegada da pluma de rejeitos. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os limites de manganês total de 0,1 mg/L para águas salinas e salobras Classe 1, limiar ultrapassado em Presidente Kennedy no período seco. As maiores concentrações de manganês total na região de Presidente Kennedy foram justificadas por Econservation (2013) como sendo decorrentes da ressuspensão sedimentar no período de amostragem.

Figura 65 – Valores de manganês total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

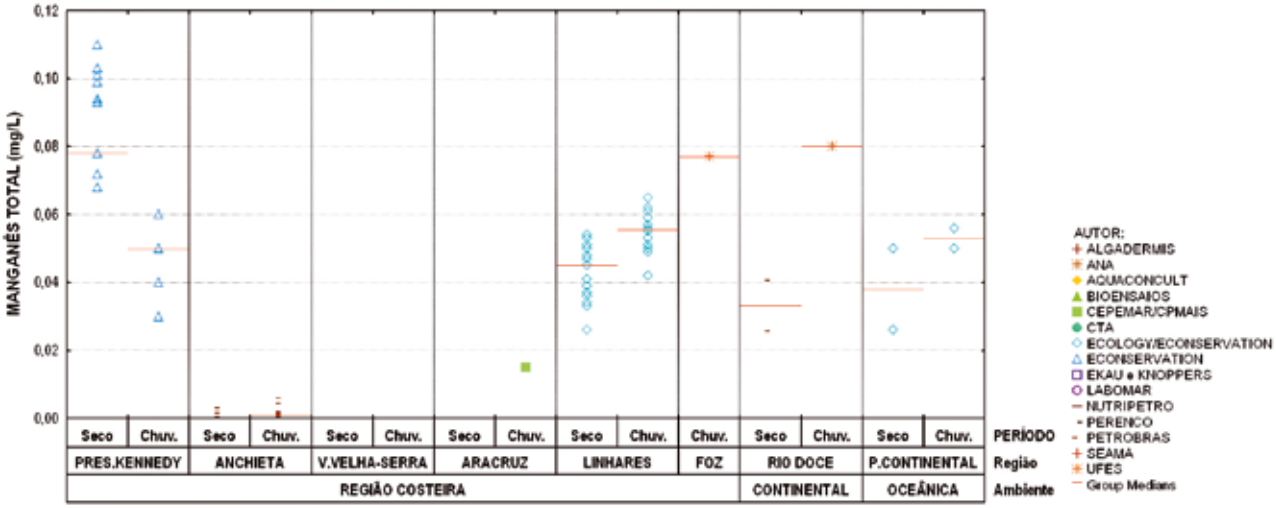
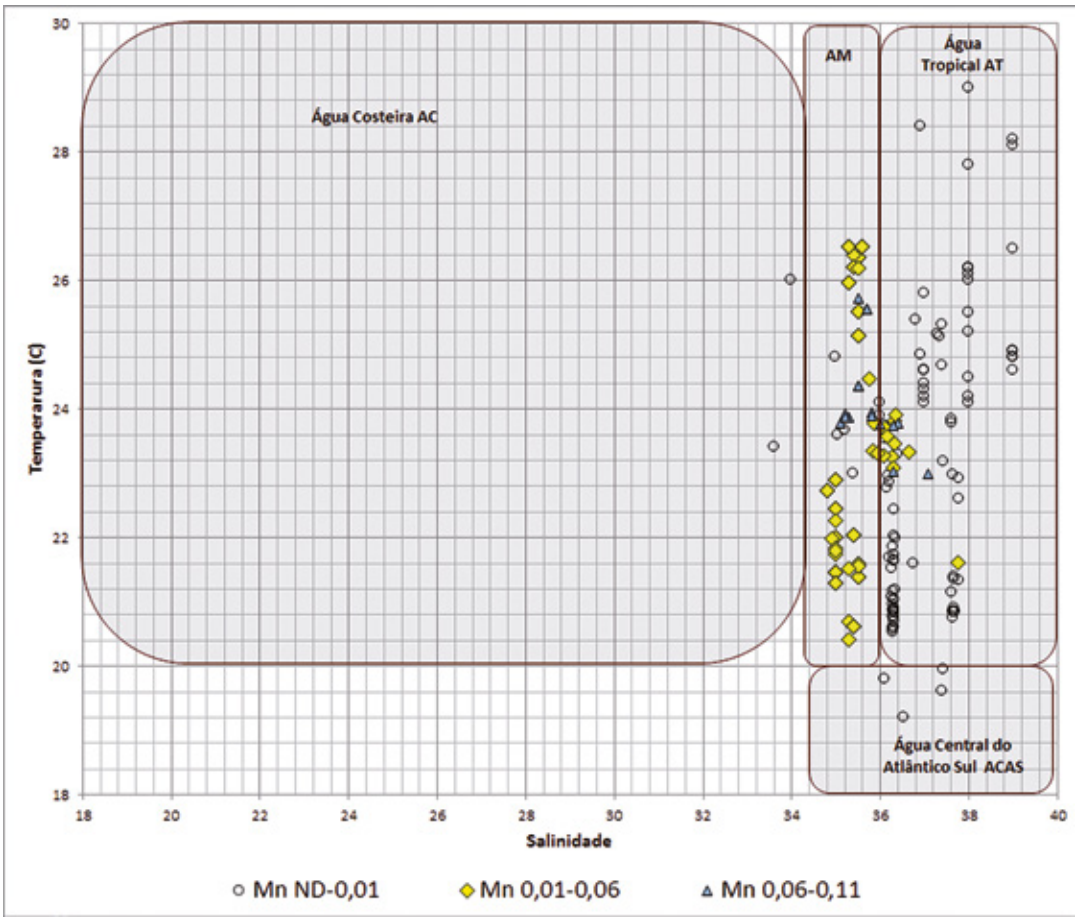


Figura 66 – Distribuição de três classes de resultados de manganês total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Para o zinco total, não foram encontrados resultados para as regiões de Vila Velha-Serra e para a foz do rio Doce. As maiores concentrações no ambiente marinho costeiro ocorreram em Anchieta e em Presidente Kennedy no período seco (0,19 e 0,159 mg/L, respectivamente), enquanto que a maior concentração no ambiente marinho no período chuvoso foi de 0,033 mg/L. Com exceção de Presidente Kennedy, as maiores medianas foram observadas no período chuvoso, não sendo verificada a ocorrência de concentrações detectáveis nas amostras de Aracruz, Linhares e oceânicas no período seco (Figura 67). Com relação ao zinco dissolvido, não foram encontrados resultados reportados para a região de estudo, exceto um valor obtido na foz do rio Doce 12 dias antes da chegada da pluma de rejeitos (0,02882 mg/L).

Para águas salinas e salobras, o limite estabelecido para a Classe 1 é de 0,09 mg/L. Para o período chuvoso os valores máximos verificados em Presidente Kennedy se mostraram superiores aos limites da Classe 1. Para o período seco, os valores máximos tanto de Anchieta quanto de Presidente Kennedy também foram superiores ao estabelecido para a Classe 1. Nessas regiões, verificou-se o predomínio de valores em acordo com a Classe 1, com medianas em torno de 0,072 mg/L em Presidente Kennedy e entre 0,015 e 0,019 mg/L na região de Anchieta. Da mesma forma que verificado para o manganês, as maiores concentrações de zinco total na região de Presidente Kennedy foram justificadas por Econservation (2013) como sendo decorrentes da ressuspensão sedimentar no período de amostragem.

Figura 67 – Valores de zinco total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

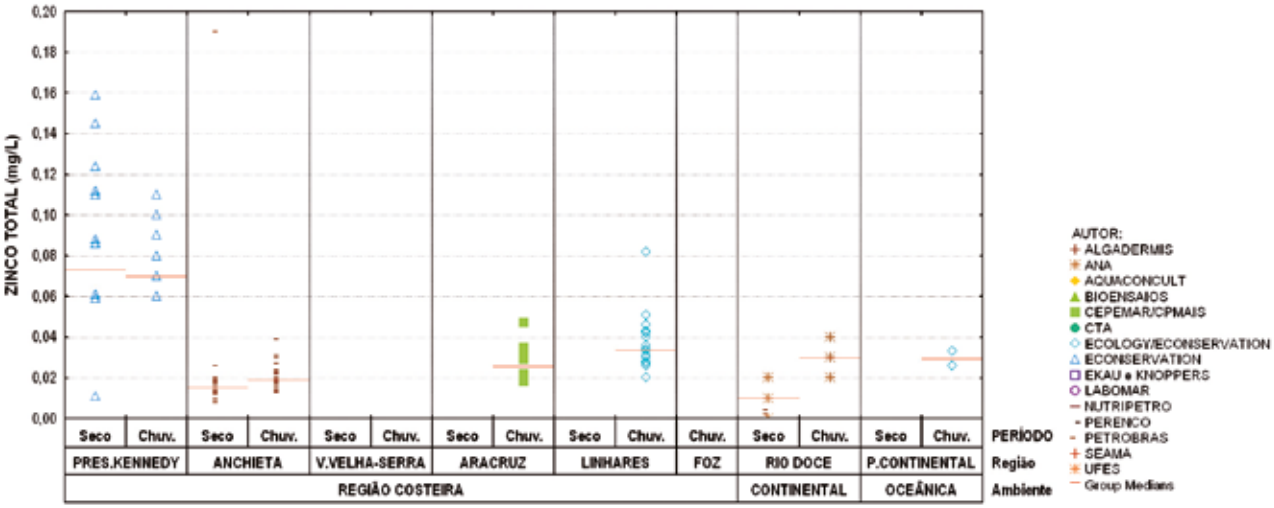
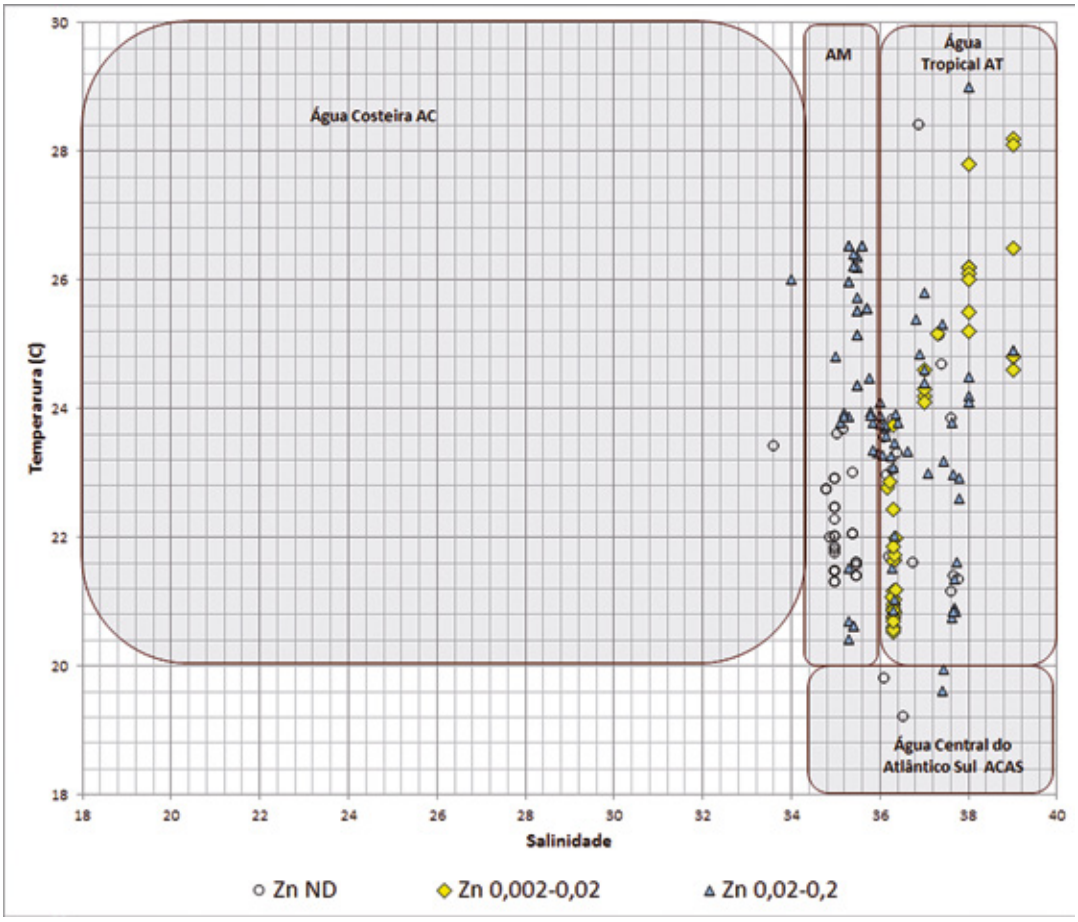


Figura 68 – Distribuição de três classes de resultados de zinco total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Para o chumbo total, não foram encontrados resultados para as regiões de Anchieta e Vila Velha-Serra e da foz do rio Doce. Na região marinha costeira, a maior concentração de chumbo total foi verificada em Linhares no período chuvoso (máximo de 0,017 mg/L), período em que os demais resultados estiveram abaixo do limite de detecção. Já na região oceânica, apenas uma amostra do período seco apresentou concentração quantificável, no valor de 0,006 mg/L (Figura **69**). Não foram encontrados resultados reportados para chumbo dissolvido na região, exceto um valor obtido na foz do rio Doce 12 dias antes da chegada da pluma de rejeitos (0,025464 mg/L). Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas salinas o limite estabelecido de chumbo total é de 0,01 mg/L para a Classe 1, de forma que as concentrações máximas verificadas em Linhares nos períodos seco e chuvoso foram superiores ao estabelecido para essa classe.

Figura 69 – Valores de chumbo total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

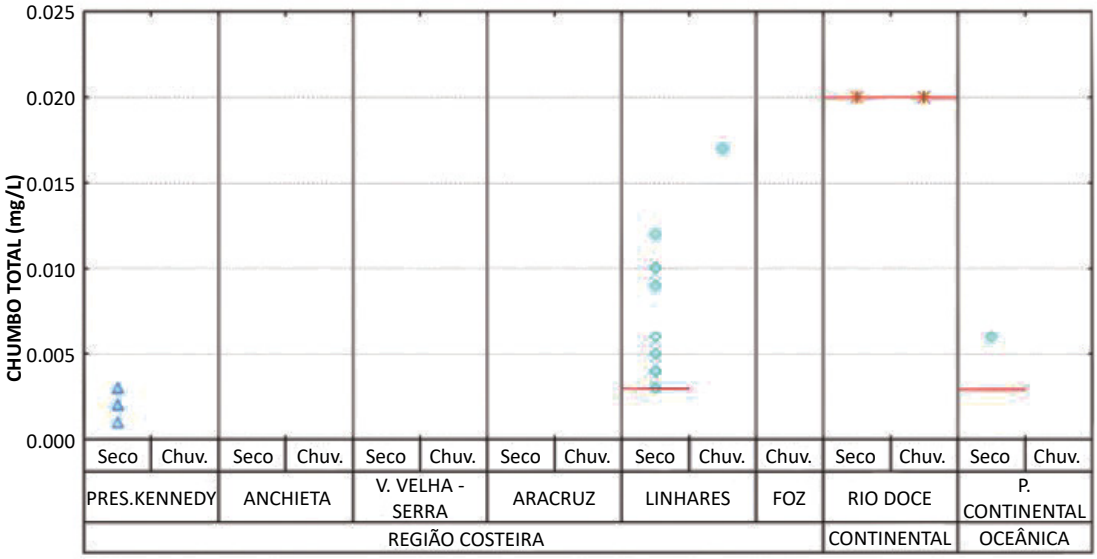
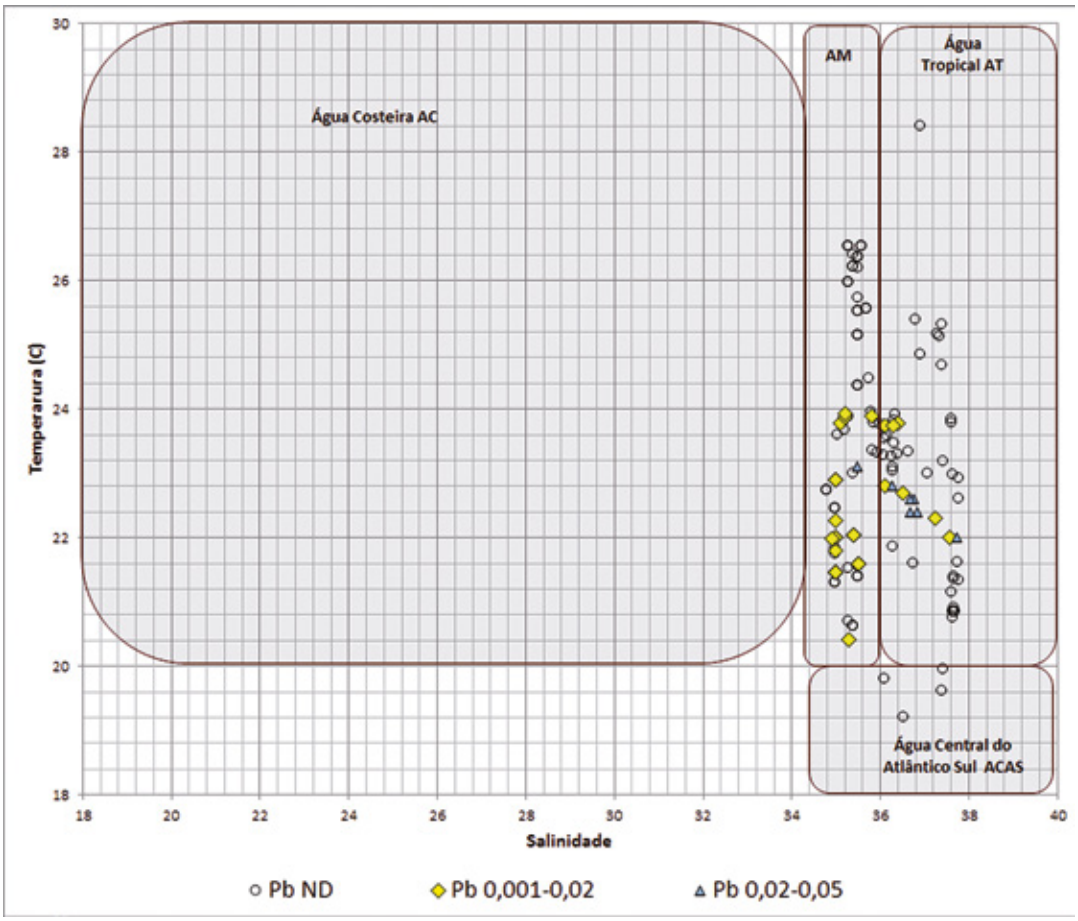


Figura 70 – Distribuição de três classes de resultados de chumbo total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

As regiões costeiras de Vila Velha-Serra e da foz do rio Doce não apresentaram resultados para cádmio total, sendo que apenas em amostras de Linhares e da região oceânica, ambos no período chuvoso, verificaram-se concentrações quantificáveis, com concentrações máximas de 0,011 e 0,0013 mg/L, respectivamente (Figura 71). Não foram encontrados resultados para cádmio dissolvido na região. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, os limites estabelecidos de cádmio total para águas salinas/salobras são de 0,005 mg/L para a Classe 1, de forma que, com exceção do valor máximo verificado na região de Linhares, todos os demais se mantiveram de acordo com o estabelecido para a Classe 1.

Figura 71 – Valores de cádmio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

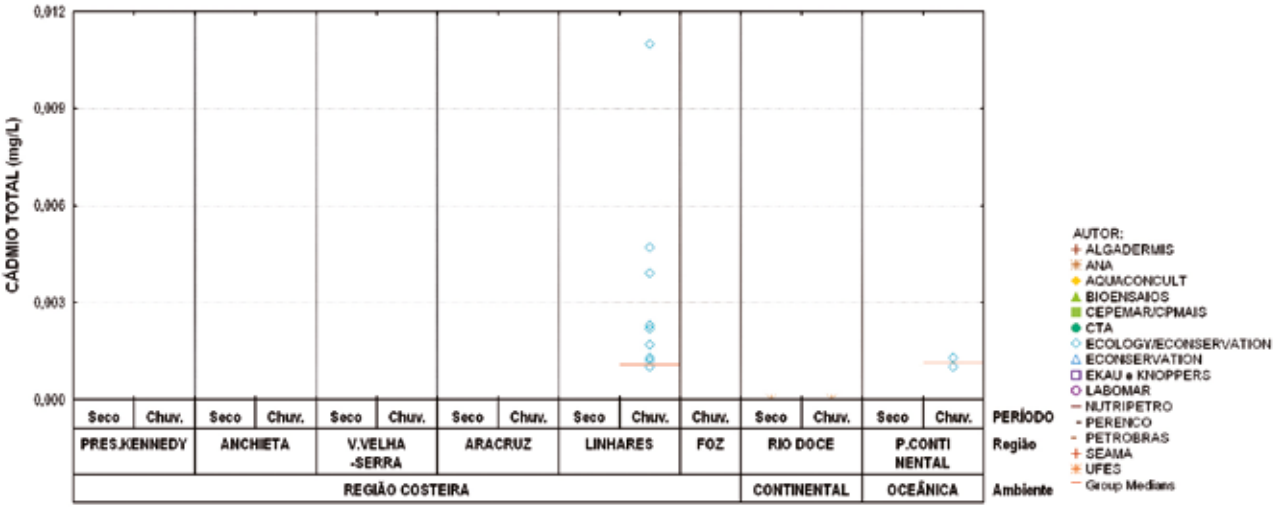
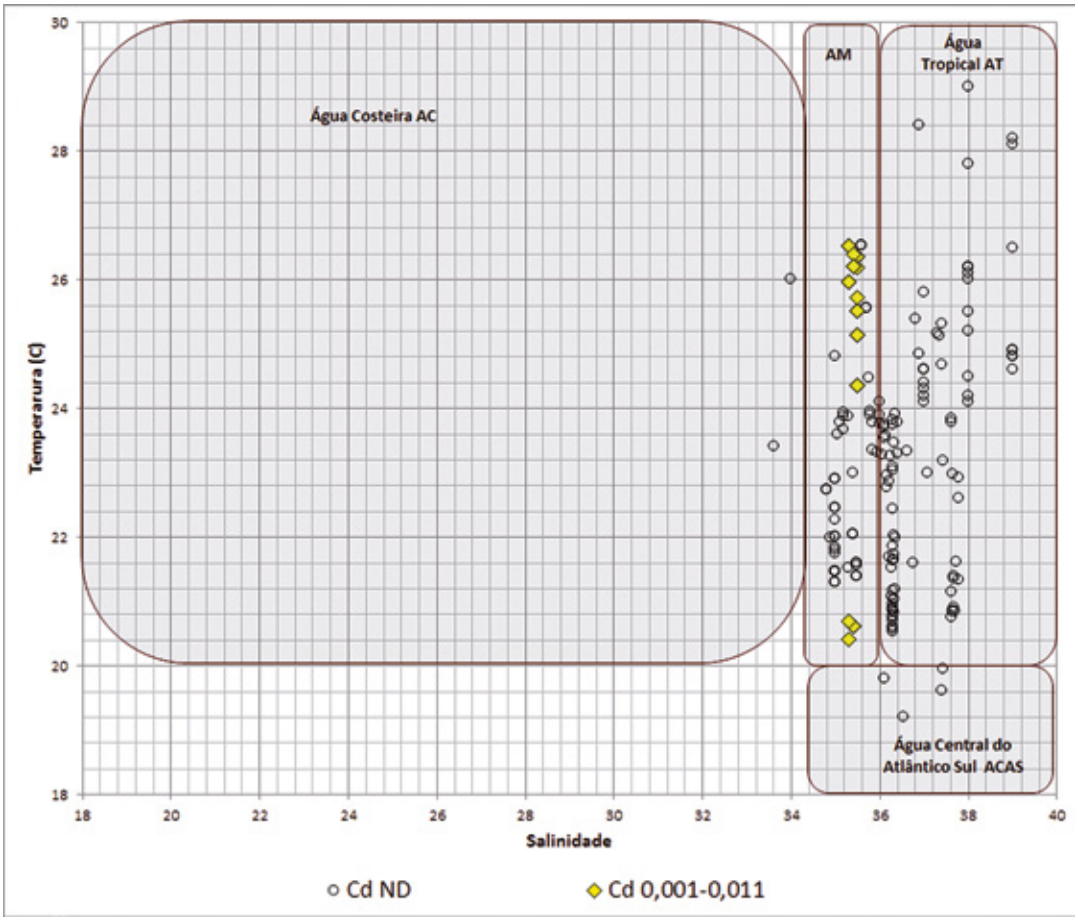


Figura 72 – Distribuição de duas classes de resultados de cádmio total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Não foram encontrados resultados para a análise de mercúrio total para as regiões de Vila Velha-Serra e da foz do rio Doce. Entre as regiões avaliadas, apenas em Aracruz no período chuvoso verificou-se a ocorrência de concentrações quantificáveis de mercúrio total, com valores de 0,015 mg/L (duas amostras) e 0,016 mg/L (uma amostra), conforme a Figura 73. Não foram encontrados estudos com resultados de mercúrio dissolvido na região. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o limite estabelecido de mercúrio para águas salinas/salobras é de 0,0002 mg/L para a Classe 1, de forma que os resultados obtidos, embora elevados em comparação com a legislação, mostram-se atípicos, uma vez que a maioria dos resultados dessa região foi caracterizada por concentrações não detectáveis.

Figura 73 – Valores de mercúrio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

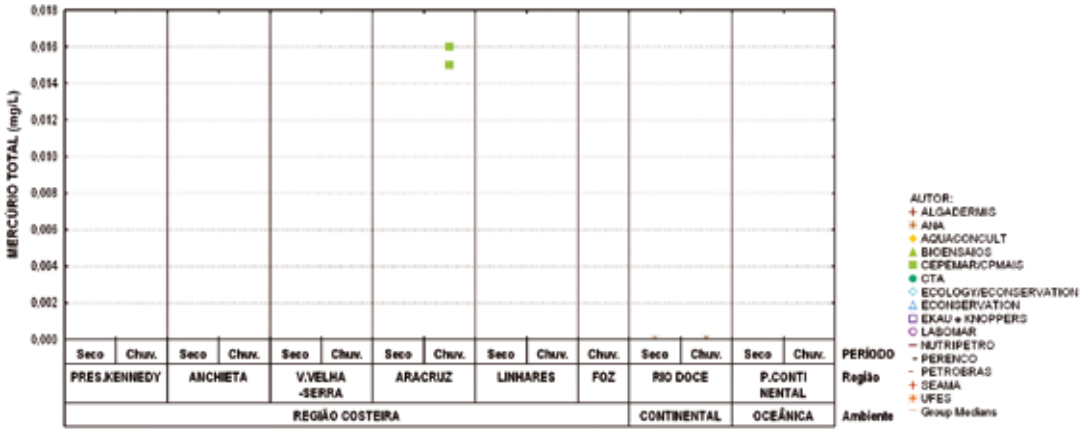
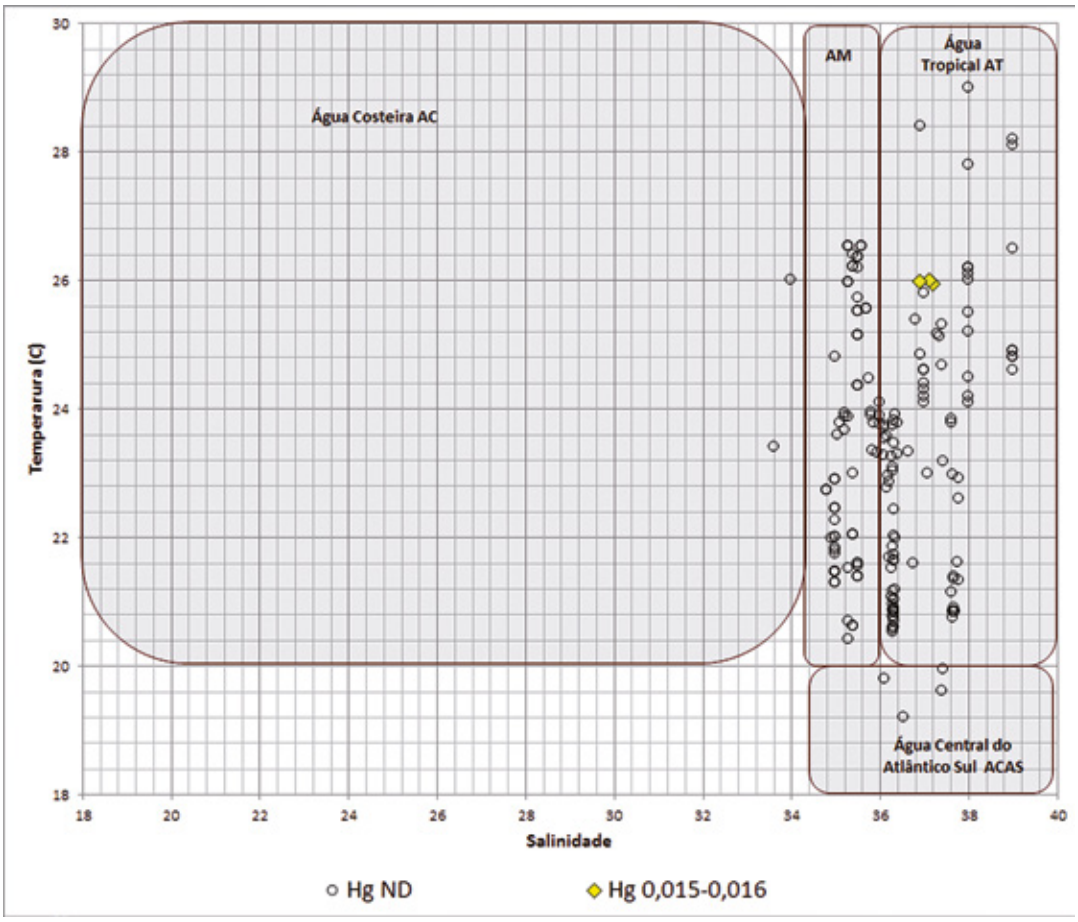


Figura 74 – Distribuição de duas classes de resultados de mercúrio total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Concentrações de alumínio total foram verificadas apenas para a região costeira de Aracruz e para a foz do rio Doce, no período chuvoso, com concentrações alcançando 0,356 mg/L em Aracruz e 0,593 mg/L na foz do rio Doce, 12 dias antes da chegada da pluma de rejeitos na região (Figura 75).

Para a fração dissolvida, foram encontrados resultados para as regiões costeiras de Presidente Kennedy e Linhares e para o ambiente oceânico, bem como para a foz do rio Doce, sendo observadas concentrações acima do limite de quantificação apenas em Presidente Kennedy no período seco (máximo de 0,04 mg/L) e na foz do rio Doce (0,05 mg/L). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os limites de alumínio dissolvido como sendo de 1,5 mg/L para águas salinas e salobras Classe 1, limiar não ultrapassado nos dados analisados.

Figura 75 – Valores de alumínio total e dissolvido (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

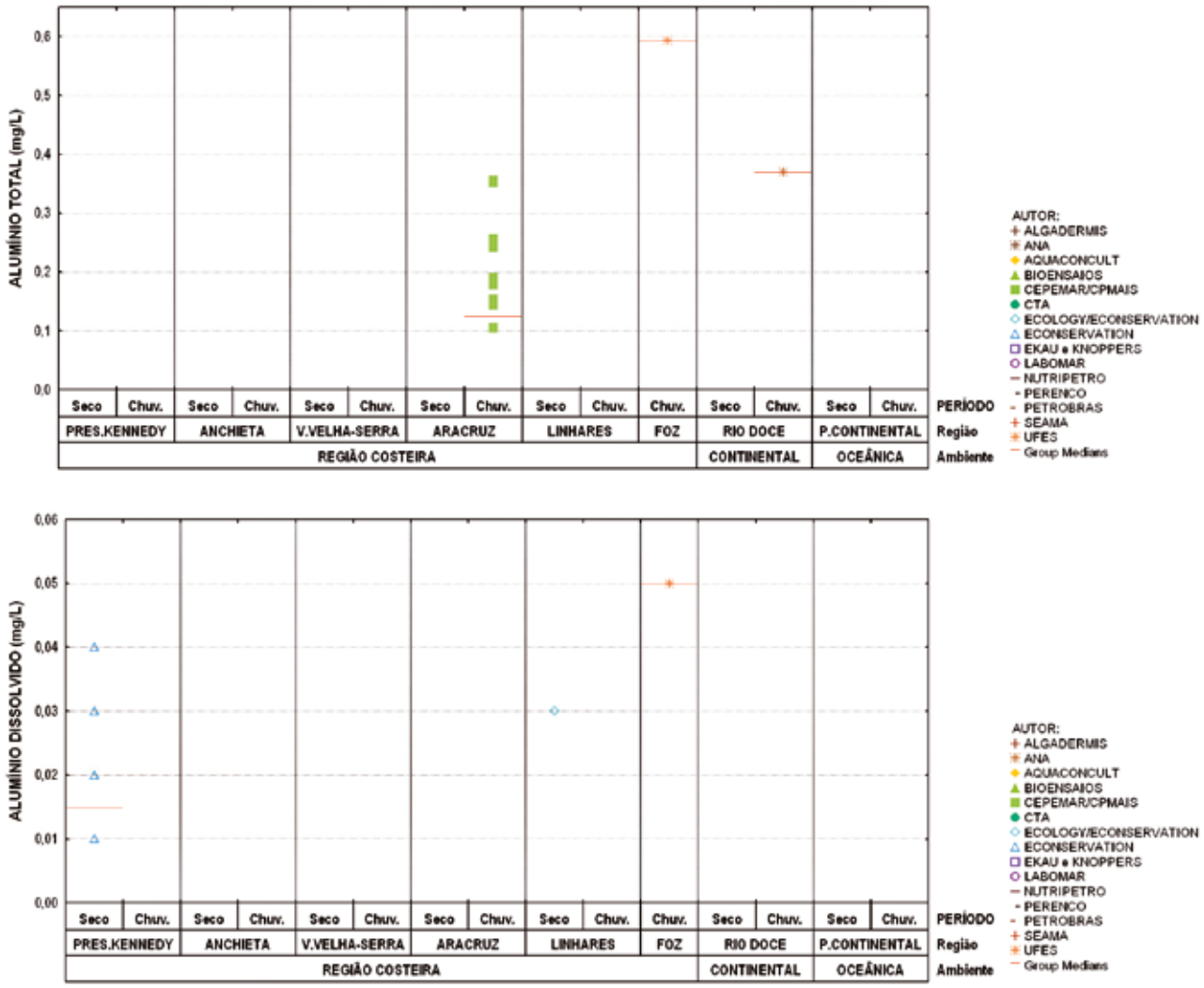
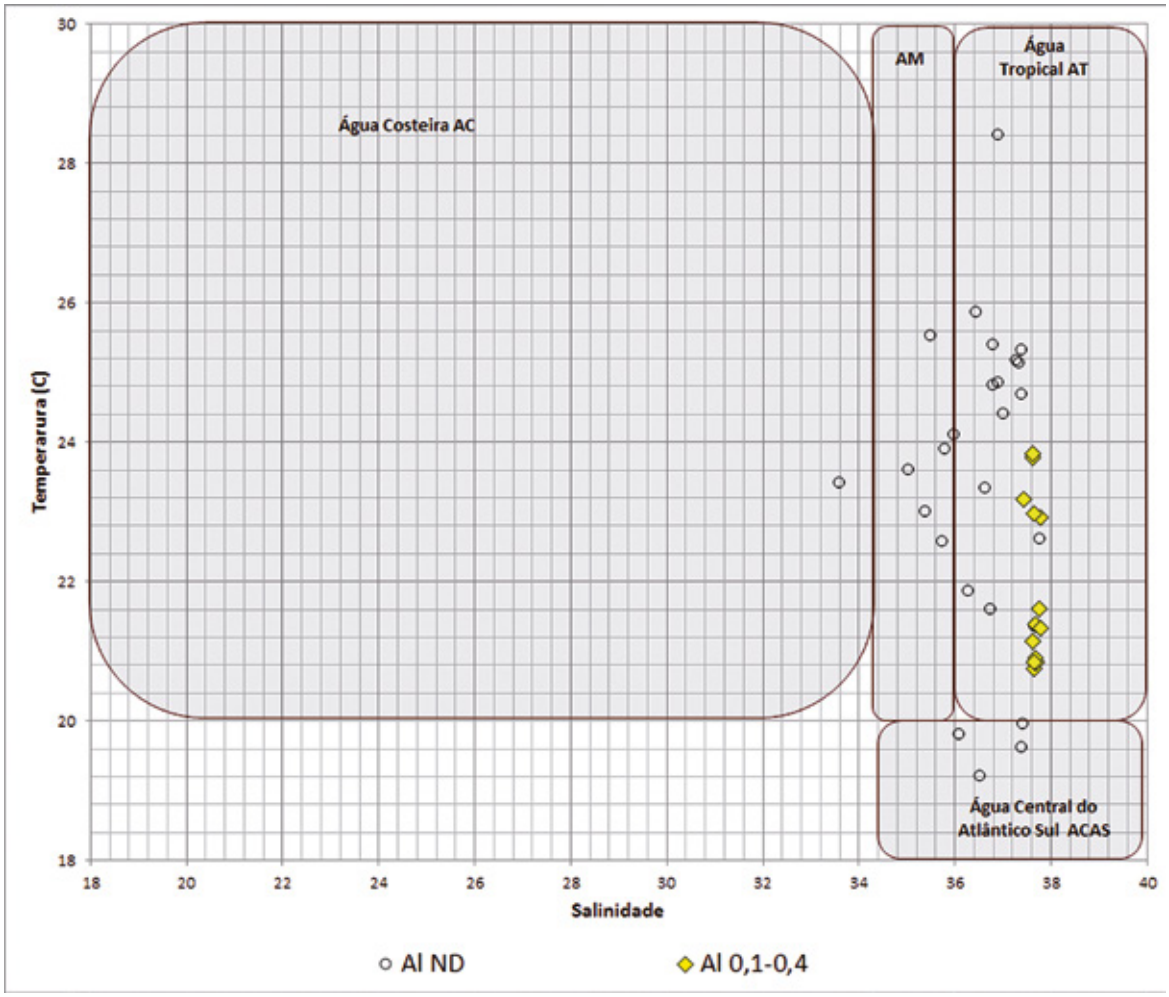


Figura 76 – Distribuição de duas classes de resultados de alumínio total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Resultados de arsênio total foram encontrados para as regiões costeiras de Presidente Kennedy, Anchieta, Aracruz e Linhares, na foz rio Doce e região oceânica, no entanto valores acima do limite de quantificação foram verificados apenas em Presidente Kennedy e Linhares (períodos seco e chuvoso) e na foz do rio Doce (período chuvoso), com concentrações máximas de 0,003 mg/L em Presidente Kennedy (período chuvoso), 0,0035 mg/L em Linhares (período chuvoso) e 0,014645 mg/L na foz do rio Doce (Figura 77). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite de 0,01 mg/L de arsênio total para a Classe 1, para águas salinas e salobras, de forma que o resultado verificado na foz do rio Doce 12 dias antes da chegada da pluma de rejeitos apresentou valor acima do estabelecido. Não foram encontrados resultados de arsênio para sua fração dissolvida, exceto para a foz do rio Doce (0,0081 mg/L).

Figura 77 – Valores de arsênio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

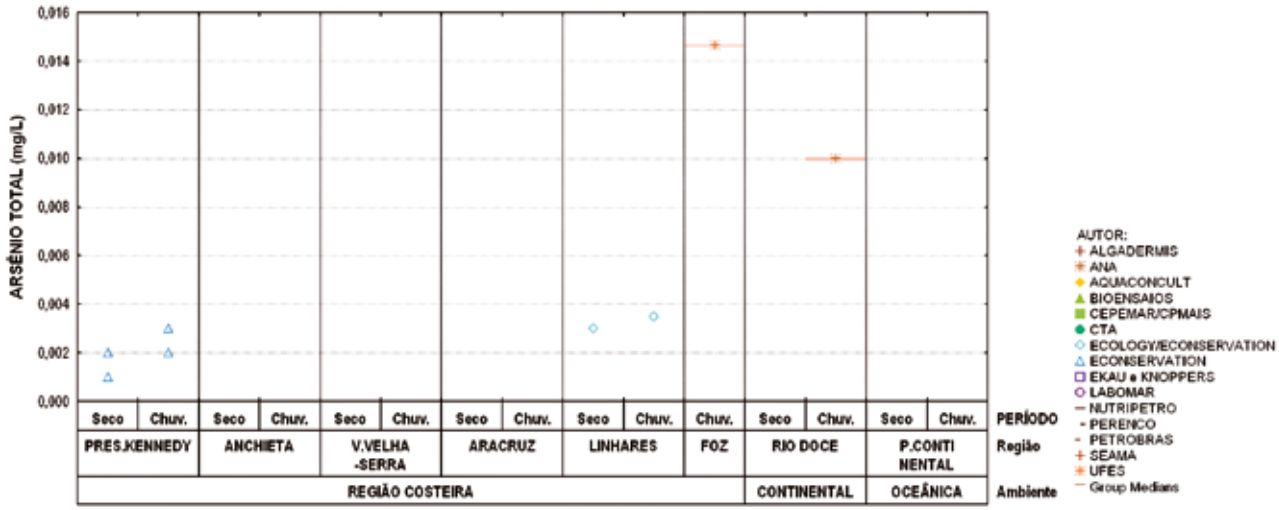
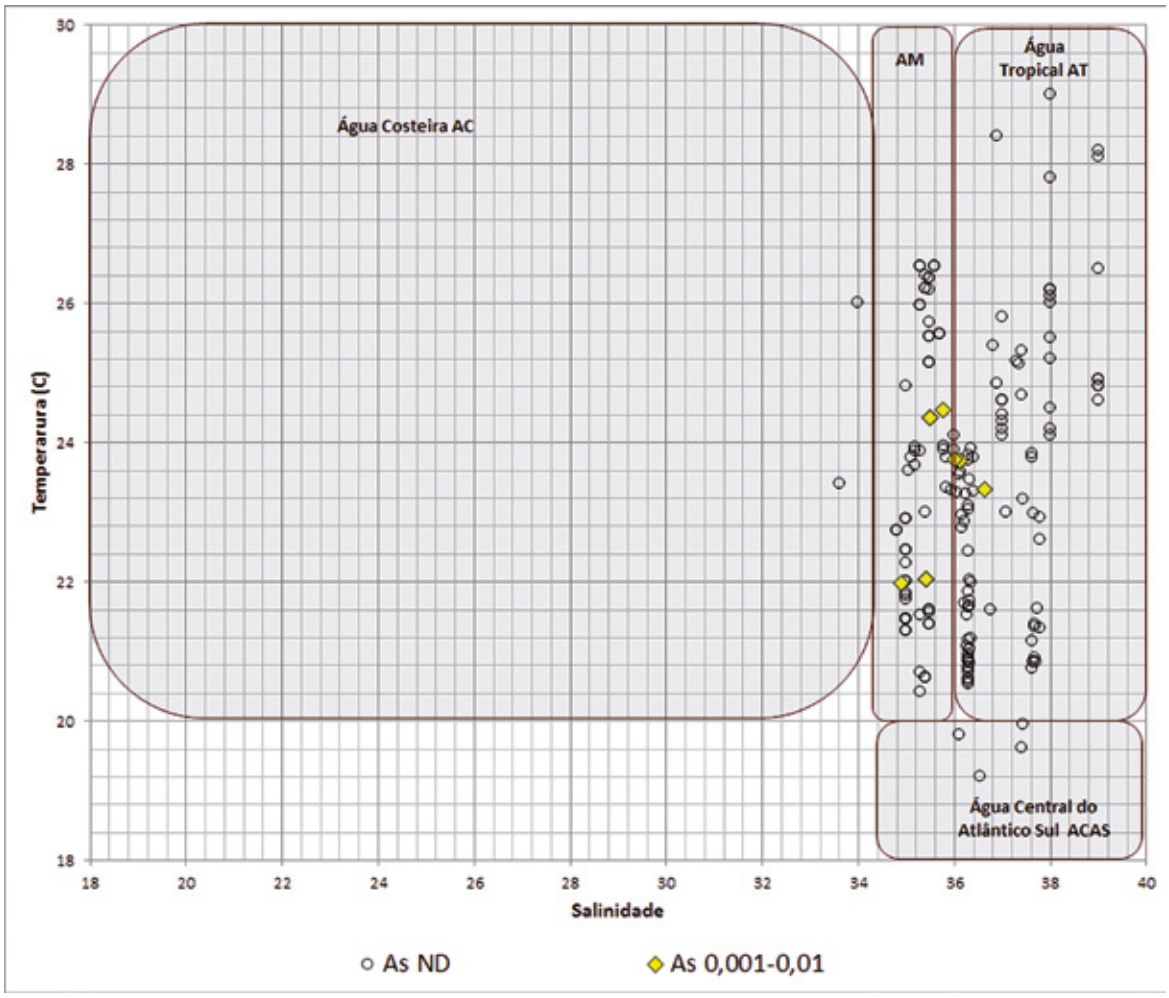


Figura 78 – Distribuição de duas classes de resultados de arsênio total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Para o bário, resultados referentes à sua concentração total foram encontrados para as regiões costeiras de Presidente Kennedy e Linhares (períodos seco e chuvoso) e de Aracruz (período seco), e também na região oceânica. As maiores concentrações da região costeira ocorreram em Presidente Kennedy no período seco (máximo de 0,102 mg/L). Já na região oceânica a maior concentração foi verificada no período chuvoso (0,074 mg/L), conforme a Figura 79. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece a concentração de 1 mg/L para águas salinas de Classe 1, de forma que todos os resultados obtidos se mantiveram compatíveis com os limites da legislação. Não foram encontrados resultados para a fração dissolvida.

Figura 79 – Valores de bário total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

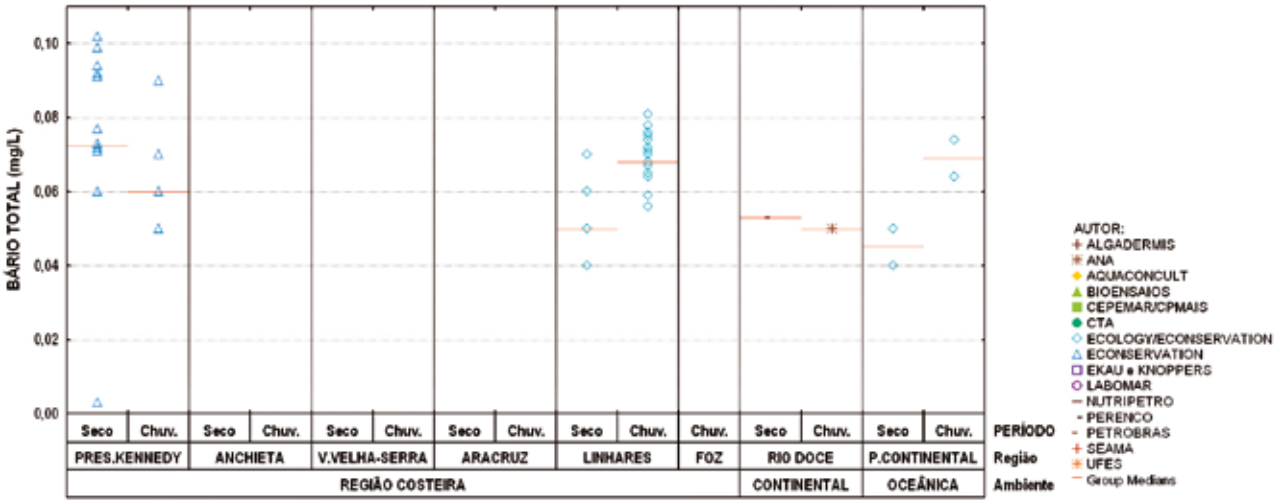
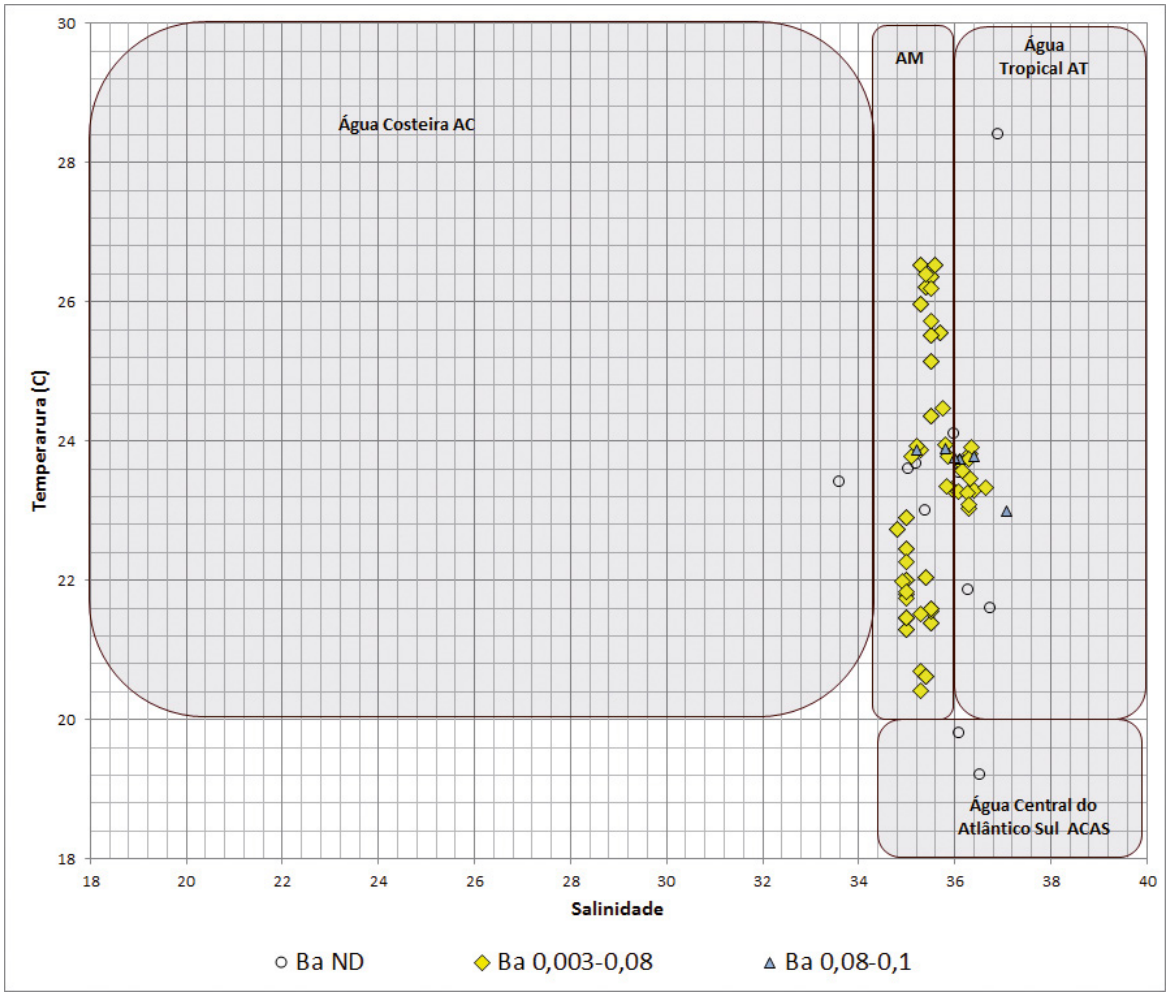


Figura 80 – Distribuição de três classes de resultados de bário total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Não foram encontrados resultados de cromo total para as regiões costeiras de Vila Velha-Serra. Apenas em Anchieta (período chuvoso) foram verificadas concentrações de cromo acima do limite de quantificação, com valor máximo de 0,0007 mg/L, e na foz do rio Doce, na concentração de 0,129 mg/L (Figura 81). A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite de 0,05 mg/L para cromo total para águas salinas Classe 1, nível mantido pelos resultados obtidos, exceto na foz do rio Doce. Não foram encontrados resultados de cromo para sua fração dissolvida, exceto para a foz do rio Doce 12 dias antes da chegada da pluma, na concentração de 0,0155 mg/L.

Figura 81 – Valores de cromo total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

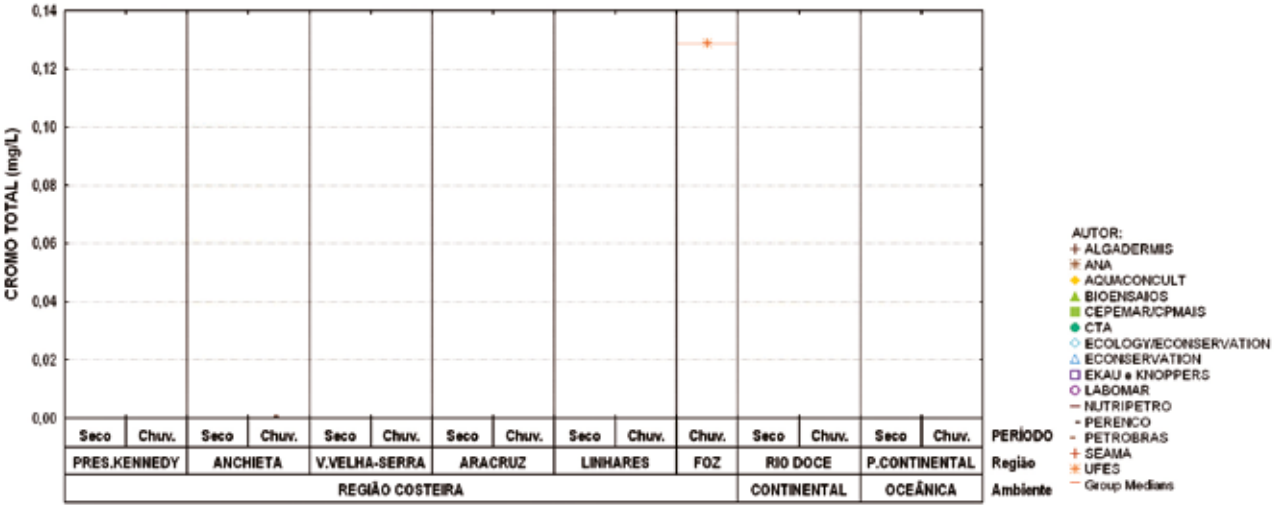
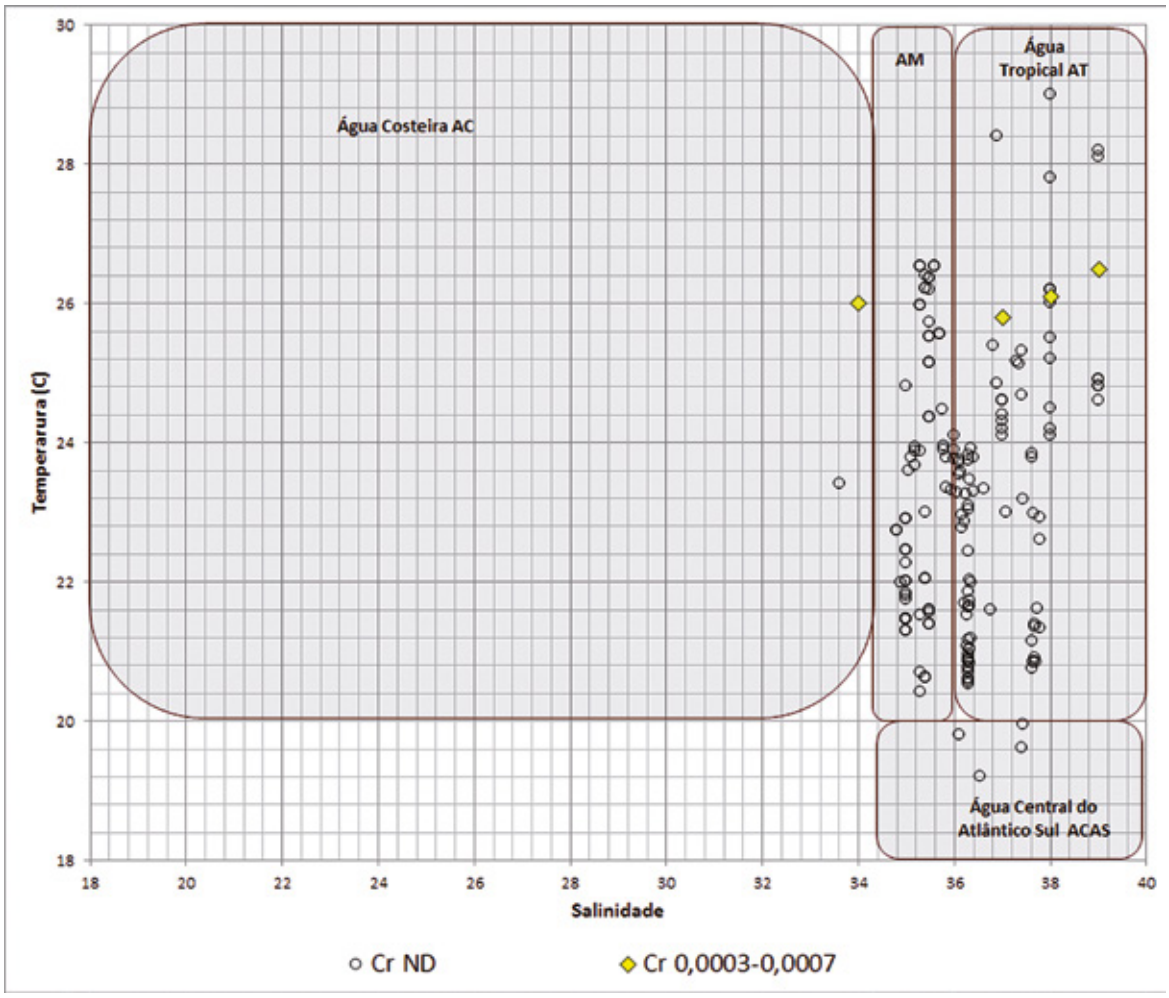


Figura 82 – Distribuição de duas classes de resultados de cromo total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Não foram encontrados resultados de níquel total nas regiões costeiras de Vila Velha-Serra (períodos seco e chuvoso) e de Aracruz e foz do rio Doce (período chuvoso). Entre os resultados obtidos, foram encontradas concentrações quantificáveis apenas nas regiões de Presidente Kennedy e Linhares (período seco) e de Anchieta (período chuvoso), com a concentração máxima ocorrendo em Presidente Kennedy (0,005 mg/L), como mostra a Figura 83. Conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, a concentração máxima de níquel total para águas salinas/salobras Classe 1 é de 0,025 mg/L, limiar não ultrapassado pelos resultados obtidos. Não foram encontrados resultados de níquel na sua fração dissolvida.

Figura 83 – Valores de níquel total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

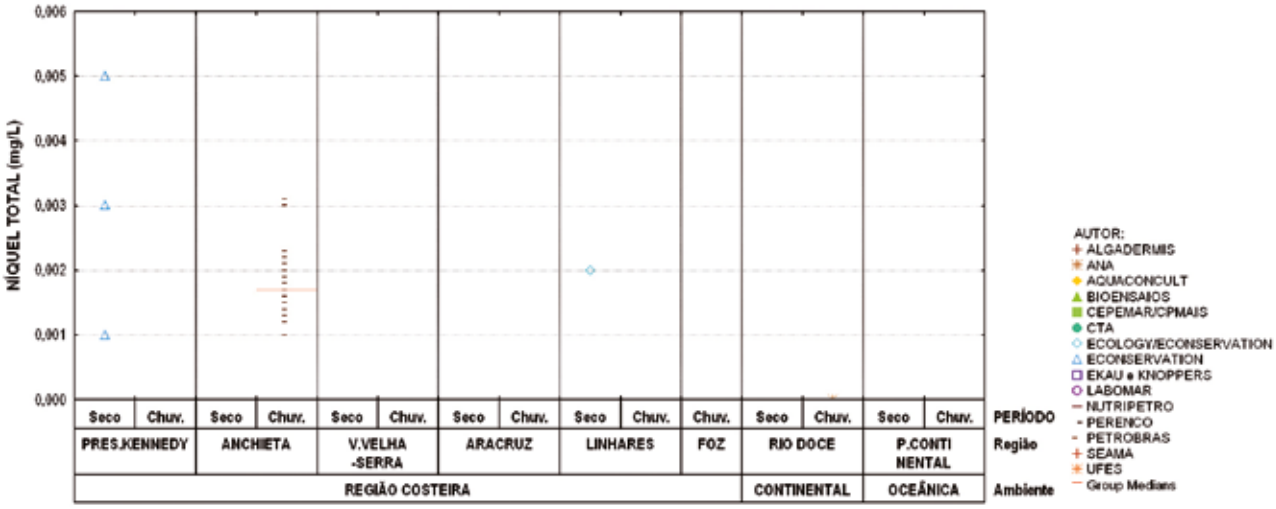
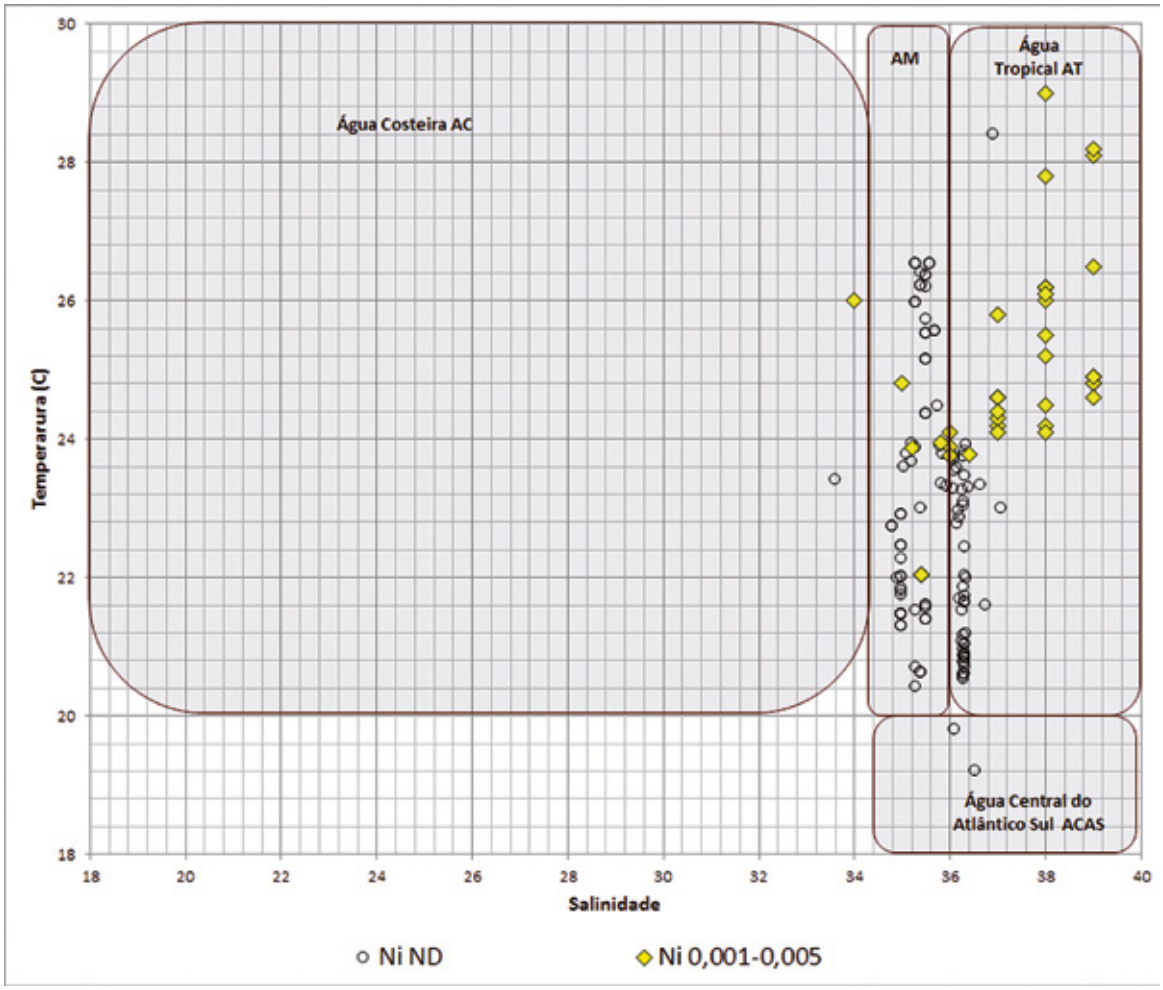


Figura 84 – Distribuição de duas classes de resultados de níquel total conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

Resultados de vanádio na concentração total foram encontrados apenas em estudos referentes ao município de Aracruz, no período seco, com valores abaixo do limite de quantificação (Figura 85). Não foram encontrados resultados para vanádio na sua fração dissolvida.

Figura 85 – Valores de vanádio total (mg/L) verificados nos estudos realizados na região costeira do Espírito Santo.

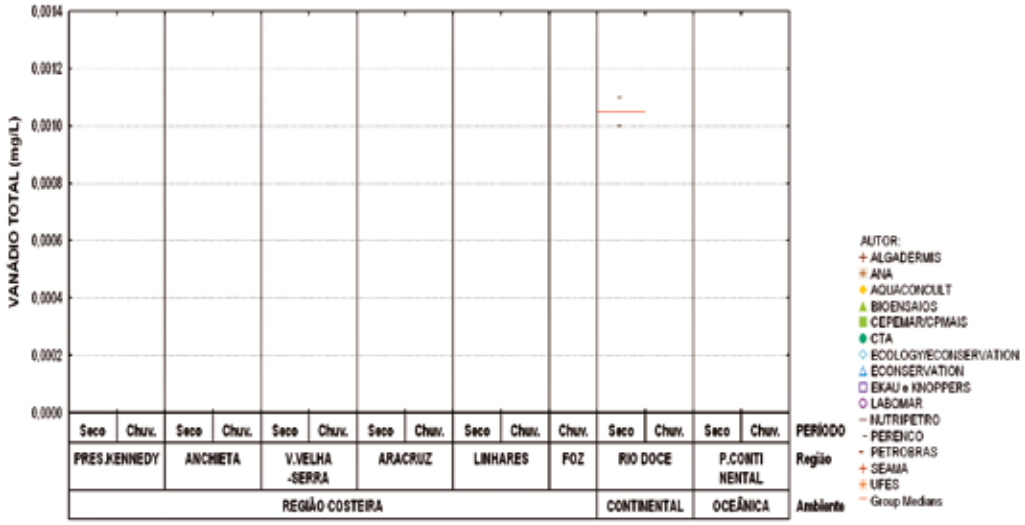
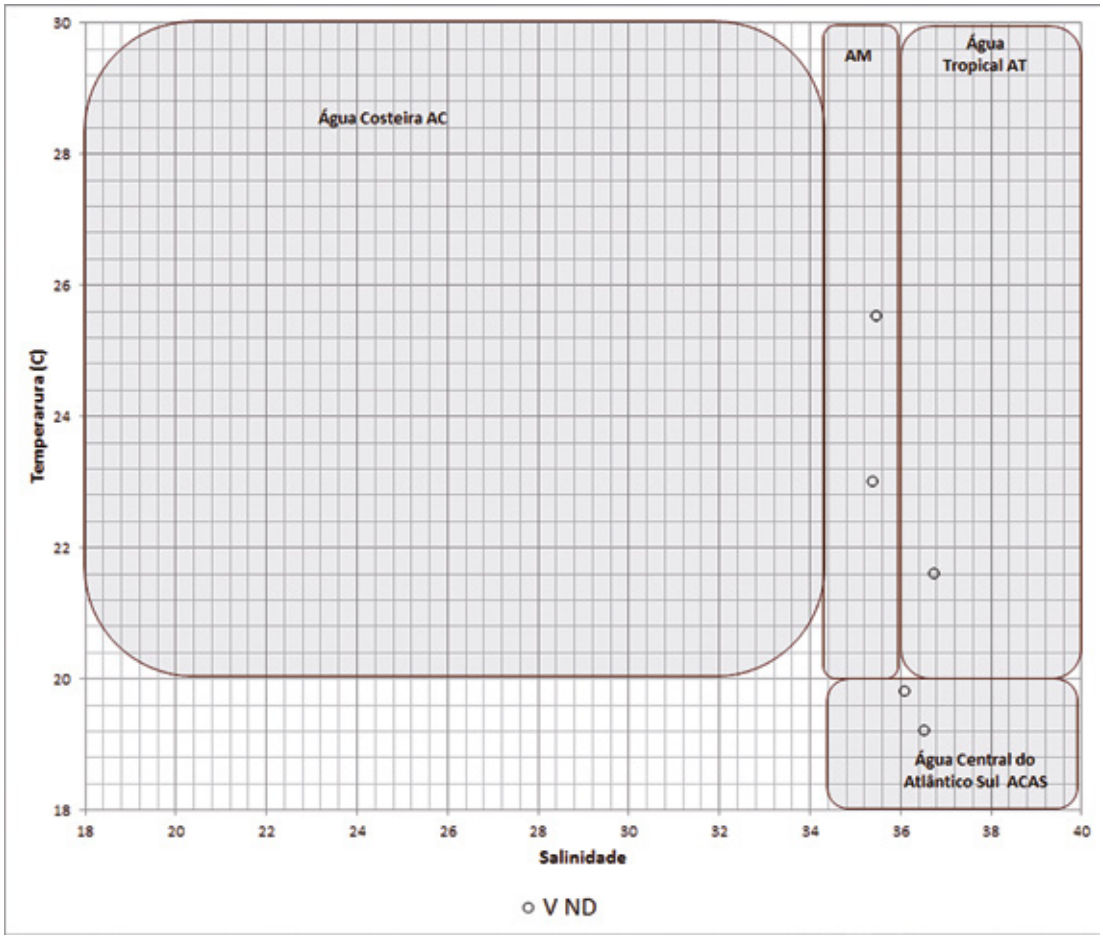


Figura 86 – Distribuição da única classe de resultados de vanádio total, conforme a tipologia das massas de água.



Nota: Estão representadas apenas as amostras que apresentam correspondente resultado de temperatura e salinidade. (AM = água de mistura).

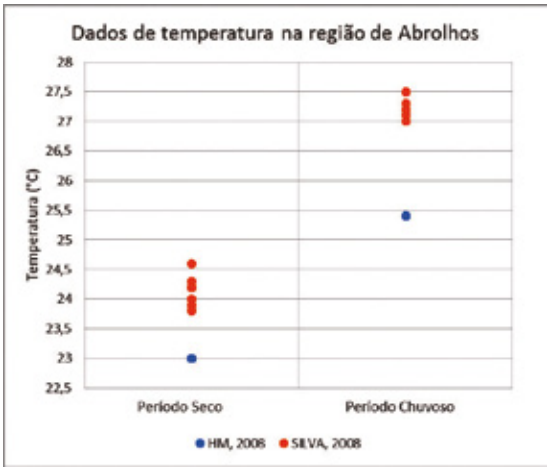
2.2.3.10 Região do banco de Abrolhos

Para o banco de Abrolhos, as águas observadas na plataforma são o resultado da mistura de três massas de água: Água Tropical (AT), quente e salina, transportada para sul em camadas superficiais da Corrente do Brasil (CB), Água Central do Atlântico Sul (ACA), fria e de menor salinidade, a qual posiciona-se abaixo da AT no talude continental, e a Água Costeira (AC), caracterizada por baixa salinidade e alta temperatura, presente no interior da plataforma próximo à superfície (CASTRO; MIRANDA, 1998).

2.2.3.10.1 Temperatura e salinidade

As temperaturas registradas no período chuvoso por Silva (2008) na região do banco de Abrolhos variaram entre 27 e 27,5 °C, enquanto todos os dados registrados por HM Consultoria e Projetos de Engenharia (2008) apresentaram um valor de 25,4 °C (Figura 87). Já no período seco, os valores registrados nos dados variaram entre 24,6 e 23 °C. Valores condizentes com o indicado na literatura, que cita que a temperatura média anual da água de superfície encontra-se em torno de 25,4 °C, variando entre 23 °C, em agosto, e 27 °C, em janeiro, ocorrendo diminuição de 2 °C em grandes profundidades (IBAMA, 1991).

Figura 87 – Valores de temperatura verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos.



Os valores de salinidade registrados no período chuvoso por Silva (2008) na região do banco de Abrolhos variaram entre 36 e 39, enquanto os valores registrados por HM Consultoria e Projetos de Engenharia (2008) variaram entre 37 e 38. No período seco, as salinidades registradas foram menores nos dados de HM Consultoria e Projetos de Engenharia (2008), que apresentaram salinidades de até 33,5, entretanto foram maiores nos dados de Silva (2008), que apresentaram valores entre 38 e 40. Segundo Castro e Miranda (1998), a salinidade das águas superficiais no banco de Abrolhos se mostra estável ao longo de todo o ano com valores em torno de 36,5 e, segundo Leão, Araújo e Nolasco (1982), é alta nos meses de setembro e outubro, cerca de 36,7%, caindo para o valor mínimo de 36,5% na época das calmarias, em janeiro e fevereiro. Os valores mais baixos registrados nos estudos citados podem ser relacionados com os pontos amostrados mais próximo ao estuário de Caravelas, que tem maior influência das águas doces provenientes do aporte continental.

Figura 88 – Valores de salinidade verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos.

2.2.3.10.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

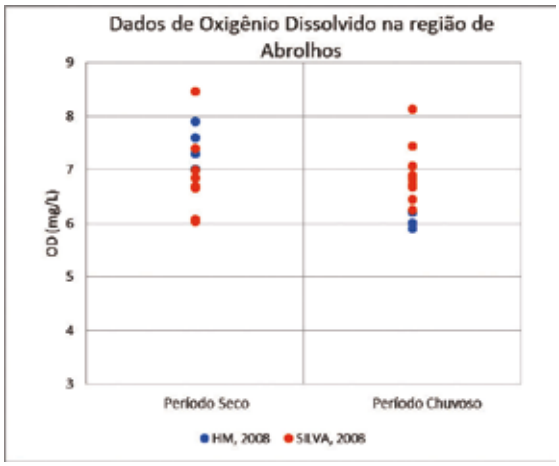
Os dados de pH encontrados para a região de Abrolhos apresentaram valores esperados para as águas da região, tanto no período seco quanto no chuvoso, variando entre 7,5 e 8,4 (Figura **89**), estando dentro da faixa esperada, visto que o pH da água do mar tipicamente se limita à faixa entre 7,5 e 8,4 (REZENDE et al., 2006). Os valores encontrados estão dentro da faixa estabelecida para águas salinas Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Figura 89 – Valores de pH verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos.

2.2.3.10.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os resultados de oxigênio dissolvido reportados nos estudos realizados no ambiente marinho na região de Abrolhos apresentaram valores que variaram de concentrações inferiores entre 6 mg/L e 8,5 mg/L no período seco e entre 5,9 e 8,2 mg/L no período chuvoso (Figura 90). Apenas um resultado encontrado por HM Consultoria e Projetos de Engenharia (2008) apresentou valor inferior à Classe 1 para águas salinas.

Figura 90 – Valores de oxigênio dissolvido verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos.



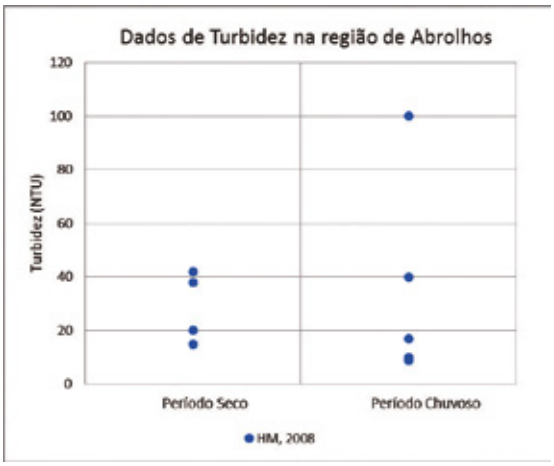
2.2.3.10.4 Sólidos suspensos totais e turbidez

As concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SSTs) verificadas nos estudos do ambiente marinho da região de Abrolhos variaram desde 40 mg/L a 50 mg/L no período seco, e entre 55 e 160 mg/L no período chuvoso (Figura 91). Ressalta-se que o estudo realizado por HM Consultoria e Projetos de Engenharia (2008) analisou amostras próximo à região costeira de Caravelas, e não propriamente no Parque Nacional Marinho de Abrolhos, que tem uma menor influência de aportes continentais. A literatura (IBAMA, 1991) indica que ao contrário do que ocorre em outras áreas coralinas da costa brasileira, a turbidez das águas de Abrolhos não é causada pela descarga dos rios, que nessa latitude são pequenos, mas pela ressuspensão dos sedimentos de fundo, nesse caso, de partículas carbonáticas de origem recifal ou areia lamosa das regiões bentônicas, movidos pela ação dos ventos e correntes.

Figura 91 – Valores de sólidos suspensos totais verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos.

Os níveis de turbidez verificados nos estudos do ambiente marinho da região de Abrolhos variaram desde 17 e 43 NTU no período seco, e entre 9 e 100 NTU no período chuvoso (Figura **92**).

Figura 92 – Valores de turbidez verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos.



Bruce et al. (2012) registraram níveis de material particulado total nas regiões de Sebastião Gomes, Pedra Timbebas, parcel de Abrolhos e Califórnia. Nessas regiões, foram verificados baixos níveis de material particulado, sem diferenças significativas entre os locais amostrados (BRUCE et al. 2012).

Tabela 4 – Níveis médios de material particulado em suspensão em diferentes regiões de Abrolhos amostradas por Bruce et al. (2012), podem ser visualizados também o desvio-padrão e o número de amostras que compõem cada resultado.

Parâmetro	Sebastião Gomes		Pedra de Leste		Timbebas		Parcel de Abrolhos		Califórnia
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009
DOC (μM)	5.66±0,3 (N = 3)	-	-	-	9.16±0,4 (N = 4)	-	-	6.76±0,06 (N = 4)	5.46±0,8 (N = 4)

2.2.3.10.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Carbono Orgânico Dissolvido (COD)

Foram encontrados dados de DBO apenas para o período seco na região de Abrolhos. Os dados encontrados para esse período na região do banco do Abrolhos apresentaram resultados entre 0,9 e 1,1 mg/L (Figura 93). Ressalta-se que o protocolo da análise de DBO é bem definido para águas doces e efluentes, porém é insatisfatório para águas salinas ou marinhas, uma vez que a maior parte da matéria orgânica dissolvida é resistente à oxidação microbiana (OGAWA et al., 2001; SIMON et al., 2011), de forma que esse parâmetro se mostra pouco eficiente para avaliar efeitos antrópicos no ambiente marinho.

Figura 93 – Valores de DBO verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos.

No intuito de verificar as condições de qualidade ambiental nas regiões protegidas e não protegidas de Abrolhos, Bruce et al. (2012) analisaram alguns parâmetros de qualidade das águas, entre eles o Carbono Orgânico Dissolvido (COD). Os níveis médios encontrados nas regiões de Pedra Leste, parcel de Abrolhos e Califórnia foram mais altos do que as concentrações encontradas em Sebastião Gomes e Timbebas.

Tabela 5 – Níveis médios de COD em diferentes regiões de Abrolhos amostradas por Bruce et al. (2012), podem ser visualizados também o desvio-padrão e o número de amostras que compõem cada resultado.

Parâmetro	Sebastião Gomes		Pedra de Leste		Timbebas		Parcel de Abrolhos		Califórnia
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009
DOC (μM)	44.36±1,40 (N = 4)		67.46±9,13 (N = 4)		41.862±2,16 (N = 4)		63.446±3,42 (N = 4)		67.062±2,8 (N = 4)

2.2.3.10.6 Nutrientes

As concentrações de nitrogênio amoniacal verificadas na região de Abrolhos variaram entre 0,05 e 0,08 mg/L no período seco e não detectáveis a 0,01 mg/L no período chuvoso (Figura **94**). Essas concentrações estão bastante abaixo dos limites definidos para águas salinas Classe 1 (0,4 mg/L). As concentrações de nitrogênio amoniacal são geralmente muito baixas no ambiente oceânico, no entanto, em regiões costeiras, suas concentrações costumam ser mais elevadas devido ao aporte continental de matéria orgânica (REZENDE et al., 2006).

Figura 94 – Valores de nitrogênio amoniacal verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos.

Com relação às concentrações de nitrato, as concentrações verificadas no ambiente marinho variaram de 0,05 a 1,2 mg/L no período seco, e de 0,02 a 0,08 mg/L no período chuvoso (Figura **95**). Dessa forma, em ambos os períodos alguns dados apresentaram resultados abaixo do limite de 0,4 mg/L, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salinas de Classe 1.

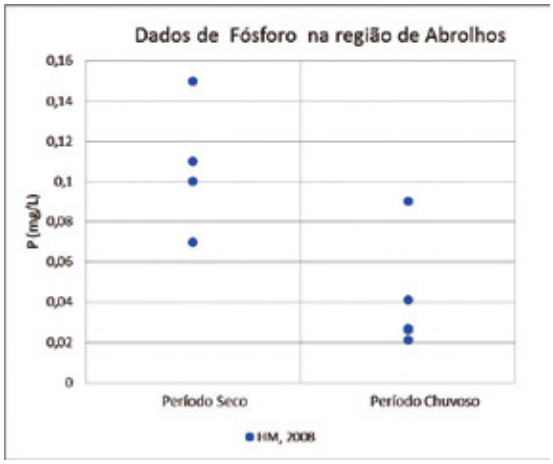
Para o nitrito, as concentrações observadas variaram entre 0,02 e 0,03 mg/L no período seco, e 0,002 e 0,013 no período chuvoso (Figura **96**), dessa maneira todos os dados de nitrito apresentaram concentração de acordo com os limites estabelecidos para águas salinas Classe 1.

Para o parâmetro fósforo total, as concentrações observadas variaram entre 0,07 e 0,15 mg/L no período seco, e 0,02 e 0,09 mg/L no período chuvoso (Figura **97**). A resolução supracitada estabelece um limite de 0,063 mg/L de fósforo para as águas salinas Classe 1, dessa maneira tanto alguns dados no período seco quanto um dado no período chuvoso apresentaram valores que superaram esse limite.

Figura 95 – Valores de nitrato verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos.

Figura 96 – Valores de nitrito verificados nos estudos realizados na região do banco do Abrolhos.

Figura 97 – Valores de fósforo verificados nos estudos realizados na região do banco de Abrolhos.



Bruce et al. (2012) amostraram diferentes regiões de Abrolhos, áreas protegidas e não protegidas legalmente, e verificaram que as concentrações de nutrientes inorgânicos, apresentadas na Tabela 6, não variaram significativamente, sendo que apenas o parâmetro nitrogênio amoniacal apresentou concentrações mais elevadas na região de Sebastião Gomes.

Tabela 6 – Concentrações médias de nutrientes em diferentes regiões de Abrolhos amostradas por Bruce et al. (2012), podem ser visualizados também o desvio-padrão e o número de amostras que compõem cada resultado.

Parâmetro	Sebastião Gomes		Pedra de Leste		Timbebas		Parcel de Abrolhos		Califórnia
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009
Ortofosfato (μM)	0,26±0,02 (N = 9)	0,136±0,02 (N = 3)	0,16±0,01 (N = 3)	0,166±0,01 (N = 3)	0,26±0,01 (N = 3)	0,13 ±0,01	0,26±0,02 (N = 9)	0,16±0,00 (N = 3)	0,26±0,00 (N = 3)
Fósforo Total (μM)	0,476±0,04 (N = 9)	0,26±0,00 (N = 3)	0,356±0,01 (N = 3)	0,30 ±0,00 (N = 3)	0,36±0,00 (N = 3)	0,256±0,01 (N = 3)	0,416±0,03 (N = 9)	0,246±0,00 (N = 3)	0,316±0,01 (N = 3)
Amônia (μM)	1,496±0,66 (N = 8)	0,146±0,04 (N = 3)	0,096±0,02 (N=2)	0,096±0,04 (N = 3)	0,346±0,03 (N = 3)	0,116±0,04 (N = 3)	0,286±0,06 (N = 8)	0,136±0,01 (N = 3)	0,356±0,06 (N = 2)
Nitrogênio Amoniacal (μM)	0,136±0,00 (N = 6)	0,066±0,00 (N = 3)	0,156±0,01 (N=2)	0,086±0,00 (N = 3)	0,16±0,00 (N = 3)	0,066±0,00 (N = 3)	0,096±0,02 (N = 9)	0,096±0,00 (N = 3)	0,076±0,00 (N = 3)
Nitrato (μM)	0,726±0,09 (N = 12)	0,136±0,00	1,226±0,11 (N=4)	0,416±0,00 (N=2)	0,986±0,03 (N = 4)	0,866±0,00 (N = 2)	0,26±0,09 (N = 8)	0,976±0,04 (N = 2)	0,926±0,02 (N = 4)
Nitrogênio Total (μM)	9,1762±6 (N = 9)	5,346±0,36 (N = 3)	4,706±1,08 (N = 3)	6,496±0,78	9,516±1,00 (N = 2)	4,976±0,38 (N = 3)	7,006±0,48 (N = 7)	7,346±1,13 (N = 3)	11,346±1,47 (N=3)

2.2.3.10.7 Metais

A maior parte dos estudos na região de Abrolhos está relacionada aos recifes de corais presentes na região. Diversos estudos são realizados no intuito de verificar as características dos recifes e possíveis influências que podem interferir no seu desenvolvimento e estado de qualidade. A maior parte dos estudos opta por avaliar parâmetros dos próprios corais, como cobertura bêntica, diversidade microbiológica, riqueza de espécies ou parâmetros relacionados com os sedimentos depositados, tanto qualitativos quanto quantitativos. Quando realizada a avaliação da qualidade da água nos estudos, os principais parâmetros estudos são temperatura, salinidade e nutrientes. Os estudos que abordam metais o fizeram no compartimento dos sedimentos (NETTO, 2008; GAMA, 2017). Dessa maneira, não foram encontrados dados de metais dissolvidos, metais totais ou metais no material particulado em suspensão na região de Abrolhos.

2.3 FITOPLÂNCTON

O fitoplâncton marinho é composto por organismos fotossintetizantes, unicelulares e microscópicos (0,4 a 200 μm) que ocorrem em maior abundância nas áreas costeiras, especialmente nos 50 m superiores da coluna d'água (LANGLOIS; SMITH, 2001; SIMON et al., 2009). Diatomáceas, dinoflagelados e haptófitas são os principais componentes da comunidade fitoplanctônica marinha presente na plataforma continental (SIMON et al., 2009). Em geral, as microalgas marinhas são cosmopolitas e dependem das correntes oceânicas para deslocamento até áreas adequadas à sua sobrevivência e crescimento (LANGLOIS; SMITH, 2001).

As microalgas desempenham importante papel na ecologia e no funcionamento dos ecossistemas, contribuindo com quase metade da produção primária mundial e servindo de recurso alimentar para uma enorme variedade de organismos aquáticos (NOT et al., 2012).

A estrutura e a dinâmica do fitoplâncton marinho são controladas, principalmente, pela disponibilidade de nutrientes inorgânicos (p. ex., nitrogênio, fósforo, sílica e ferro) no ambiente (VOULOT, 2006). Em resposta a certas condições de luz, temperatura e nutrientes, algumas espécies do fitoplâncton podem ocorrer em elevado número celular (floração) e causar danos econômicos, ambientais e à saúde humana. Esses eventos de floração podem danificar as brânquias ou obstruir os sistemas de filtração dos peixes, e ocasionar anóxia na coluna d'água devido à alta taxa de decomposição celular, levando organismos marinhos à morte (LANGLOIS; SMITH, 2001; OLIVEIRA et al., 2010). Além disso, algumas espécies de diatomáceas (*Pseudo-nitzschia* H. Péragallo, *Nitzschia* Hassal e *Amphora* Ehrenberg ex Kützing), cianobactérias e dinoflagelados podem produzir toxinas (HALLEGRAEFF, 1995) que causam problemas gastrointestinais, respiratórios, neurológicos e, até mesmo, a morte do organismo dependendo da quantidade ingerida (OLIVEIRA et al., 2010).

2.3.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência foi definida como a região costeira do estado do Espírito Santo, incluindo a cordilheira de montanhas submarinhas da cadeia Vitória-Trindade, que se estende até 1.200 km da costa, e o banco de Abrolhos que tem como limites sul a foz do rio Doce e ao norte, o rio Jequitinhonha, sul do estado da Bahia.

2.3.2 METODOLOGIA

Extensa pesquisa bibliográfica foi realizada buscando informações sobre o fitoplâncton da região costeira próximo à foz do rio Doce, anteriores ao rompimento da barragem de Fundão, ocorrido em 5 de novembro de 2015. Livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado, monografias de conclusão de curso, publicações científicas nacionais e internacionais, relatórios técnicos e demais dados obtidos em bases de dados científicas e literatura especializada foram consultados, tais como:

- Macedo-Saidah e Moreira-Filho (1977): amostras coletadas com rede em arrasto vertical e horizontal em 27 estações, sendo 4 em região de plataforma, 5 no banco de Abrolhos e 18 em áreas oceânicas.

- Lubiana e Dias Júnior (2016): coleta de amostras em 16 estações de amostragem na região da cadeia Vitória-Trindade, em arrasto vertical com rede (100 m de profundidade) na primavera de 2003.
- Penha (2017): coleta de amostras qualitativas, quantitativas e de clorofila-a em 32 estações ao longo do litoral do Espírito Santo, em julho a agosto/2013 e março a abril/2014, em duas profundidades (subsuperfície e no máximo de clorofila ou a meia profundidade do fundo).

2.3.3 RESULTADOS

Poucos estudos sobre o fitoplâncton marinho do estado do Espírito Santo foram realizados. Segundo a lista da Flora do Brasil 2020 (INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2017), há 291 táxons de microalgas marinhas registrados para a costa do Espírito Santo, sendo 174 espécies e 5 variedades de dinoflagelados (classe *Dinophyceae*), 61 espécies de diatomáceas (classe *Bacillariphyceae*) e 50 espécies e uma variedade de cocolitoforídeos (classe *Coccolithophyceae*). A maior parte dessas espécies foi catalogada por Tenenbaum et al. (2006) e Tenenbaum, Gomes e Guimarães (2007) como parte do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (ReviZEE). Em estudo sobre o fitoplâncton da região de montes submarinos, a cadeia Vitória-Trindade, Lubiana e Dias Júnior (2016) encontraram 175 táxons infragenéricos, sendo 131 de *Dinophyceae*, 36 de *Bacillariophyceae*, 2 de *Cyanophyceae* e 1 de *Dictyochophyceae*. Com esse estudo, houve o registro de 35 novas ocorrências de espécies para o estado (Tabela 7) e 12 novas citações para o Brasil. A estação mais próxima à desembocadura do rio Doce (estação 26) apresentou 39 táxons de microalgas.

No relatório CEPEMAR (2010a), foram compilados os dados bióticos contidos em relatórios ambientais realizados na zona costeira e oceânica do Espírito Santo. Os estudos revelaram a ocorrência das classes: Bacillariophyceae (diatomáceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Cyanophyceae (cianobactérias filamentosas), Prymnesiophyceae (cocolitoforídeos), Chlorophyceae (clorofíceas) e Cryptophyceae (fitoflagelados). Constatou-se que a abundância dos organismos variou de acordo com a profundidade, sendo os dinoflagelados mais representativos na superfície, acima da termoclina e próximo à profundidade de 200 m; as diatomáceas ocorrendo de forma expressiva na profundidade da termoclina e abaixo desta; cianobactérias registradas na superfície e acima da termoclina, mas pouco representativas; cocolitoforídeos encontrados em todas as profundidades, sendo mais abundantes na região oceânica. Na região costeira, foram observadas densidades mais elevadas do fitoplâncton e maior diversidade do grupo das diatomáceas, enquanto na região oceânica houve baixa concentração de nutrientes e maior variabilidade de formas de dinoflagelados.

Considerando as informações contidas na lista da Flora do Brasil (INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2017), as espécies encontradas por Lubiana e Dias Júnior (2016) e o relatório CEPEMAR (2010a), há 477 táxons infragenéricos registrados para o Espírito Santo (Tabela 7).

Tabela 7 – Listagem de espécies de microalgas marinhas encontradas no estado do Espírito Santo.

Bacillariophyceae
Actinocyclus senarius
Actinocyclus splendens
Amphiprora sp.
Asterionellopsis glacialis
*Asterolampra marylandica**
*Asteromphalus flabellatus**
Asteromphalus hepactis
*Asteromphalus stellatus**
Asteromphalus sp.
Bacillaria paxillifera
Bacteriastrum delicatulum
Bacteriastrum furcatum
Bacteriastrum hyalinum
Bacteriastrum sp.
Bellerochea malleus
Biddulphia alternans
Biddulphia antediluviana
Biddulphia biddulphiana
Campylodiscus fastuosus
Cerataulina pelagica
Ceratoneis closterium
Chaetoceros affinis
Chaetocceros cf. *aequatoriales*
Chaetocerus atlanticus
Chaetocerus borealis
Chaetocerus brevis
Chaetocerus coartatus
*Chaetocerus concavicornis**
Chaetocerus costatus
Chaetocerus curvisetus
Chaetoceros dadayi
Chaetoceros danicus
Chaetocerus decipiens
Chaetoceros cf. *dichaeta*
Chaetocerus eibenii
Chaetoceros laevis
Chaetocerus lorenzianus
*Chaetocerus mitra**
Chaetocerus peruvianus
Chaetocerus subtilis
Chaetoceros cf. *tetrastichon*
Chaetocerus tortissimus
Chaetoceros sp.
Climacodium frauenfeldianum
Climacodium sp.
Climacosphenia moniligera
Compylodiscus clypeus
Corethron criophilum
Corethron pennatum
Corethron sp.
Coscinodiscus cf. *centralis*
Coscinodiscus granii
Coscinodiscus jonesianus
Coscinodiscus radiatus
Coscinodiscus sp.1
Coscinodiscus sp.2
Cylindroteca closterium
Dactyosolen sp.
Diploneis bombus
Diploneis crabro
Diploneis subovalis
Diploneis sp.
Ditylum brightwellii
Entomoneis sp.
Fragilaria sp.
Fragilariopsis sp.
Gossleriella tropica
Grammatophora hamulifera
Grammatophora marina
Guinardia delicatula
Guinardia flaccida
Guinardia striata
Guinardia sp.
Gyrosigma balticum
Gyrosigma fasciola
Gyrosigma sp.
Haslea wawrikae
Haslea sp.
Hemiaulus hauckii
Hemiaulus indicus
Hemiaulus cuneiformes
*Hemiaulus membranaceus**
Hemiaulus sinensis
Hemiaulus sp.
Istmia enervis
Lauderia annulata
Lauderia sp.
*Lampriscus shadboltianum**
Leptocylindrus danicus
Leptocylindrus mediterraneus
Leptocylindrus minimus
Leptocylindrus sp.
Licmophora abreviata
Lioloma pacificum
Lyrella lyra
Mastogloia cf. *rostrata*
Mastogloia sp.
Melosira moniliformis
Melosira varians
Melosira sp.
Meuniera membranacea
Neocalyptrella robusta
Navicula directa
Navicula transitans var. *derasa*
Navicula sp.
Neodenticula seminae
Nitzschia acicularis
Nitzschia longissima
Nitzschia sp.
Palmeria hardmaniana
Paralia sulcata
Petrodictyon gemma
Planktoniella sol
Pleurosigma elongatum
Pleurosigma naviculaceum
Pleurosigma normanii
Pleurosigma sp.
Proboscia alata
Psammodictyon panduriforme
Pseudosolenia calcar-avis
Pseudonitzschia delicatissima
Pseudonitzschia fraudulenta
Pseudonitzschia seriata
Pseudonitzschia turgidula
Pseudonitzschia sp.
Rhabdonema adriaticum
Rhabdonema punctatum
Rhizosolenia bergonii
*Rhizosolenia castracanei**
Rhizosolenia delicatula
Rhizosolenia hebetata
Rhizosolenia imbricata
Rhizosolenia pungens
Rhizosolenia robusta
Rhizosolenia setigera
Rhizosolenia shrubsolii
Rhizosolenia styliformis
Rhizosolenia sp.
Skeletonema costatum
Stellarima stellaris
Stephanopyxis sp.
Surirella fastuosa
Terpsinoe musica

Thalassionema frauenfeldii
Thalassionema nitzschioides
Thallasionema sp.
Thalassiosira decipiens
*Thalassiosira leptopus**
Thalassiosira sp.1
Thalassiosira sp.2
Triceratium favus
Trieres mobiliensis
Trieres regia
*Trigonium formosum**

Chlorophyceae

Chlorella cf. *minutíssima*
Monoraphidium contortum
Scenedesmus quadricauda

Prymnesiophyceae

Acanthoica monospina
Acanthoica quattrospina
Acanthosolenia sp.
Algirosphaera oryza
Algirosphaera robusta
Anophosolenia brasiliensis
Calcciopappus caudatus
Calciopappus caudatus
Calciosolenia murray
Calyptrolithina multipora
Calyptrosphaera oblonga
Calyptrosphaera sphaeroidea
Caneosphaera molischii
Ceratolithus cristatus
Coronosphaera binodata
Coronosphaera mediterrânea
Discosphaera tubifera
Emiliania huxleyi
Flosculosphaera calceolariopsis
Gephyrocapsa ericsonii
Gephyrocapsa oceanica
Gladiolithus flabellatus
Halopappus adriaticus
Halopappus sp.
Hayaster perplexus
Helicosphaera carteri
Helladosphaera cornifera
Homozygosphaera triarcha
Michaelsarsia elegans
Michaelsarcia sp.
Oolitholus antillarum
Pappophaera lepida
Periphyllophora mirabilis
Polycrater galapagensis
Pontosphaera discopora
Poricayiptra aurisinae
Poricayiptra isselii
Poricayiptra magnaghii
Poritectolithus maximus
Reticulofenestra sessilis
Rhabdosphaera clavigera
Rhabdosphaera clavigera var. *stylifera*
Scyphosphaera apsteinii
Scyphosphaera sp.
Syracolithus catilliferus
Syracosphaera histrica
Syracosphaera lamina
Syracosphaera molischii
Syracosphaera nodosa
Syracosphaera pirus
Syracosphaera pulchra
Umbellosphaera irregulares
Umbellosphaera tenuis
Umbilicosphaera hulburtiana
Umbilicosphaera sibogae
Zygosphaera hellenica

Cyanophyceae

Anabaena sp.
Chroococcus sp.
Katagnymene spiralis
Oscillatoria sp.
Richella intracellularis
Richella sp.
Synechocystis aquatilis
Trichodesmium thiebautii
Trichodesmium erythraeum
Trichodesmium sp.

Dictyochophyceae

*Dictyocha fibula**
Dictyocha octanaria
Dyctiocha sp.
Parapedinella sp.

Chrysophyceae

Meringosphaera sp.

Dinophyceae

Akashivo sanguínea
Alexandrium sp.
Amphidinium cf. *globosum*
Amphidinium sp.
Amphisolenia bidentata
*Amphisolenia bifurcata**
Amphisolenia globifera
*Amphisolenia schauinslandii**
*Amphisolenia schroederi**
Amphisolenia thrinax
Archaeperidinium minutum
Brachidinium capitatum
Ceratium pentagonum var. *tenerum*
Ceratium setigerum
Ceratium sp.
Ceratocorys armata
Ceratocorys gourretii
Ceratocorys horrida
Citharistes apsteinii
*Citharistes regius**
Cladopyxis brachiolata
*Cladopyxis hemibrachiata**
Corythodinium constrictum
Corythodinium diploconus
Corythodinium tesselatum
Corythodinium sp.1
Dinophysis acuminata
Dinophysis argus
*Dinophysis caudata**
*Dinophysis fortii**
Dinophysis exigua
Dinophysis hastata
Dinophysis odiosa
Dinophysis operculoides
Dinophysis ovum
Dinophysis parvula
Dinophysis pulchella
Dinophysis punctate
*Dinophysis pusilla**
Dinophysis schilleri
Dinophysis schuettii
Dinophysis tripos
Dinophysis uracantha
Dinophysis sp.1
Dinophysis sp.2
Dinophysis sp.3
Diplopelta sp.
Goniodoma polyedricum
Goniodoma sp.
Goniaulax birostris
Gonyaulax grindleyi
*Gonyaulax milneri**
Goniaulax polygramma
Gonyaulax sp.

Gymnodinium sp.
Gyrodinium falcatum
Gyrodinium sp.
*Heterodinium díspar**
Heterodinium sp.1
Heterodinium sp.2
Histioneis cymbalaria
Histioneis depressa
Histioneis elongata
*Histioneis garrettii**
Histioneis highleyi
*Histioneis joergensenii**
Histioneis inclinata
Histioneis megalocopa
Histioneis milneri
Histioneis mitchellana
Histioneis panaria
Histioneis para
Histioneis striata
*Kofoidinium velleloides**
*Metaphalacroma skogsbergii**
Micracanthodinium setiferum
Micracanthodinium sp.
Nematodinium sp.
Noctiluca scintillans
*Ornithocercus cristatus**
Ornithocercus heteroporus
Ornithocercus magnificus
Ornithocercus quadratus
Ornithocercus quadratus var. *simplex*
Ornithocercus steinii
Ornithocercus thumii
Oxyphysis oxytoxoides
Oxytoxum cf. *belgicae*
Oxytoxum caudatum
Oxytoxum constrictum
Oxytoxum crassum
Oxytoxum curvatum
Oxytoxum elegans
Oxytoxum cf. *gracile*
Oxytoxum gladiosus
Oxytoxum laticeps
Oxytoxum milneri
Oxytoxum mitra
Oxytoxum obliquum
Oxytoxum ovale
Oxytoxum parvum
Oxytoxum robustum
Oxytoxum sceptrum
Oxytoxum scolopax
Oxytoxum sphaeroideum
Oxytoxum tesselatum
Oxytoxum turbo
Oxytoxum variabile
Oxytoxum sp.
Phalacroma circumcinctum
Phalacroma cuneus
Phalacroma doryphorum
Phalacroma favus
Phalacroma hindmarchii
Phalacroma mitra
Phalacroma parvulum
Phalacroma rapa
Phalacroma rotundatum
Podolampas bipes
Podolampas elegans
Podolampas palmipes
Podolampas spinifera
Pronoctiluca acuta
Pronoctiluca pelágica
Pronoctiluca sp.
Prorocentrum arcuatum
Prorocentrum cf. *aculeatum*
Prorocentrum balticum
Prorocentrum compressum
Prorocentrum cordatum
Prorocentrum emaginatum
Prorocentrum gracile
Prorocentrum lima
Prorocentrum micans
Prorocentrum rostratum
Prorocentrum scutellum
Prorocentrum sp.
Protoceratium spinulosum
Protoperidinium avellana
Protoperidinium cerasus
Protoperidinium claudicans
Protoperidinium conicum
Protoperidinium depressum
Protoperidinium divergens
*Protoperidinium elegans**
Protoperidinium excentricum
Protoperidinium grande
Protoperidinium granii
Protoperidinium hirobis
Protoperidinium oceanicum
Protoperidinium ovatum
Protoperidinium pellucidum
Protoderidinium pentagonum
Protoperidinium pyriforme
Protoperidinium quarnerense
Protoperidinium roseum
Protoperidinium sphaeroideum
Protoperidinium steinii
Protoperidinium tuba
Protoperidinium variegatum
Protoperidinium wiesneri
Protoperidinium sp.1
Protoperidinium sp.2
Protoperidinium sp.3
Protoperidinium sp.4
Pyrocystis fusiformis
Pyrocystis gerbaultii
Pyrocystis hamulus var. *semicircularis*
Pyrocystis lunula
Pyrocystis noctiluca
Pyrocystis obtusa
Pyrocystis pseudonoctiluca
Pyrocystis robusta
Pyrophacus horologicum
Pyrophacus steinii
Scrippsiella trochoidea
Scrippsiella sp.
*Spiraulax kofoidii**
Thoracosphaera heimii
Triadinium polyedricum
Tripos arietinus
Tripos azoricum
Tripos belone
Tripos bigelowii
Tripos brevis
Tripos candelabrus
Tripos carriensis
*Tripos cephalotus**
Tripos concilians
Tripos contortus
Tripos contortus var. *karstenii*
Tripos contractus
Tripos contrarius
Tripos declinatus
Tripos digitatus
Tripos euarcuatus
Tripos extensus
Tripos falcatus
Tripos furca

Tripos furca var. *hircus*
Tripos fusus
Tripos fusus var. *seta*
Tripos gibberus
Tripos geniculatus
Tripos gravidus
Tripos hexacanthus
Tripos hircus
Tripos horridus
Tripos horridus var. *molle**
Tripos humile
Tripos incisum
Tripos inflatus
Tripos karstenii
Tripos kofoidii
Tripos lanceolatus
Tripos limulus
Tripos lineatus
*Tripos longinus**
Tripos longirostrus
Tripos longissimus
Tripos lunula
Tripos macroceros
Tripos macroceros var. *gallicum**
Tripos massiliensis
Tripos massiliensis var. *armatum**
Tripos minutum
Tripos muelleri
Tripos paradoxoides
Tripos pentagonus
Tripos praelongus
Tripos pulchellus
Tripos pulchellus f. *tripodioides**
*Tripos ranipes**
Tripos reflexus
Tripos schroeterii
Tripos setaceum
Tripos subrobustum
Tripos sumatranus
*Tripos symmetricus**
Tripos tenue
Tripos teres
Tripos tricoceros
Tripos vultur
Tripos vultur var. *japonicum**
Triposolenia bicornis

Euglenophyceae

Euglena sp.
Lepocinclis glabra
Lepocinclis sp.
Trachelomonas sp.

Nota: * Citações pioneiras registradas por Lubiana e Dias Júnior (2016).

Recentemente, Penha (2017) realizou a análise da biomassa em carbono do fitoplâncton do litoral do Espírito Santo, constatando valores mais elevados na subsuperfície e no verão. Cerca de 332 táxons foram registrados no inverno e 304 no verão, muitos destes determinados apenas em nível genérico. A comunidade foi constituída principalmente por diatomáceas cêntricas e penadas. Em média, os valores de clorofila-a foram maiores na plataforma, tanto no inverno quanto no verão nas amostras de profundidade (média: 0,49 μg/L).

Antes da chegada da lama na costa do estado, os pesquisadores da UFES registraram 50 a 70 espécies de algas planctônicas (FIORAVANTI, 2016), entretanto, a relação dos táxons não foi encontrada. Com base nos dados de caracterização ambiental obtidos no inverno de 2013 (julho a agosto) e outono de 2014 (março a abril) em ponto em frente à foz do rio Doce, sabe-se que os valores de densidade fitoplanctônica eram baixos, não ultrapassando 189 ind.L^{-1} na superfície e 130 ind.L^{-1} no fundo; e que os valores de clorofila-a estavam abaixo de 1 μg.L^{-1} (PETROBRAS, 2015 apud UFES, 2017).

Segundo o CEPEMAR (2010a), a região próxima à foz do rio Doce apresenta águas oligotróficas, pobres em biomassa. A costa leste do Brasil apresenta baixa produtividade devido à influência da água da Corrente Equatorial Sul (CES), que possui baixa concentração de nutrientes. Entretanto, em certos períodos pode haver aumento da produção primária em áreas como o Complexo Golfinho e Campos de Peroá-Cangoá, pela influência dos fluxos de água doce dos rios Doce e Paraíba do Sul, e da ressurgência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) em águas rasas e na borda da plataforma continental (EKAU; KNOPPERS, 1999b; CEPEMAR, 2010a). Esses eventos promovem o aumento de nutrientes e possibilitam o desenvolvimento do fitoplâncton. A ressurgência ocorre quando a camada mais superficial do mar é deslocada para o oceano, possibilitando que massas de águas densas e profundas, muitas vezes frias e ricas em nutrientes, fiquem mais próximas da superfície.

2.3.3.1 O fitoplâncton no banco de Abrolhos

O primeiro estudo publicado sobre o fitoplâncton da região Sudeste, incluindo o banco de Abrolhos, foi realizado por Macedo-Saidah e Moreira-Filho (1977). A análise de amostras obtidas por arrasto horizontal e vertical (0 a 275 m de profundidade) em 27 pontos de coleta revelaram maior riqueza de diatomáceas e maior abundância de dinoflagelados, característicos de ambiente oligotrófico (BRANDINI et al., 1997).

A comunidade fitoplanctônica do banco de Abrolhos foi estudada no projeto *Produtividade, sustentabilidade e utilização do ecossistema do banco de Abrolhos (Pró-Abrolhos)*, no qual foram coletadas amostras em diferentes profundidades e estações de amostragem no inverno de 2007 (julho a agosto). A partir desse projeto foram desenvolvidas as seguintes pesquisas:

- Masuda (2009) realizou a análise quali-quantitativa do fitoplâncton com base em amostras obtidas em 36 estações de amostragem. Valores mais elevados de abundância ($1,5x10^4$ a $1,8x10^5$ cél.L^{-1}) e clorofila-a (0,10 a 1,06 μm.L^{-1}) foram registrados nas estações costeiras por apresentarem maior disponibilidade de nutrientes pela mistura da coluna d'água e ressuspensão do sedimento. Em média, a região sobre o banco de Abrolhos apresentou clorofila mais elevada (0,44 μm.L^{-1}). O fitoplâncton foi composto, principalmente, por organismos flagelados (56%), cocolitoforídeos (27%), diatomáceas (16%) e dinoflagelados (1%). Um total de 203 espécies foram registradas (Tabela **8**), sendo 126 ao norte, 148 sobre o banco de Abrolhos e 156 ao sul.
- Souza (2010) avaliou a diversidade e variação vertical do fitoplâncton por meio de amostras coletadas com garrafa e por arrastro vertical com rede (20 μm de abertura malha) em 32 estações de amostragem. Os valores de clorofila foram baixos (0,01-1,33 μm.L^{-1}). O nanoplâncton (2-20 μm de tamanho) representou 80 a 100% da comunidade e foi composto principalmente por espécies flageladas. Algas microfitoplanctônicas foram representadas por 325 espécies (Tabela **8**), sendo diatomáceas e dinoflagelados os grupos de maior riqueza (169 e 141 táxons, respectivamente). Diversidade mais elevada foi constatada nas estações ao sul do banco de Abrolhos e mais baixa nas estações ao norte e sobre o banco.
- Susini-Ribeiro et al. (2013) analisaram amostras coletadas por arrastro vertical com rede (20 μm de abertura malha) em 32 estações. As espécies encontradas (326 táxons, sem listagem) foram características de ambientes tropicais oligotróficos, e a maior diversidade específica foi registrada em regiões oceânicas devido à maior estabilidade da coluna d'água.

Tabela 8 – Listagem de espécies do fitoplâncton marinho da região do banco de Abrolhos.

Bacillariophyceae
Achnanthes cf. *nathorstii*
Actinoptychus cf. *splendens*
Actinoptychus undulatus
Amphiprora sp.
Amphora cf. *decussata*
Amphora cf. *hyalina*
Amphora obtusa
Asterionellopsis glacialis
Asterolampra marylandica
Asteromphalus arachne
Asteromphalus flabellatus
Asteromphalus heptactis
Asteromphalus hookeri
Asteromphalus imbricatus
Asteromphalus parvulus
Asteromphalus cf. *vanheurckii*
Asteromphalus sp.
Bacillaria paxillifera
Bacteriastrum comosum
Bacteriastrum delicatum
Bacteriastrum cf. *elongatum*
Bacteriastrum hyalinum
Bacteriastrum sp.
Bellerochea horologicales
Biddulphia cf. *tuomeyi*
Biddulphia sp.1
Biddulphia sp.2
Biddulphia sp.3
Bleakeleya notata
Campylodiscus biangulatus
Campylodiscus sp.
Cerataulina bergonii
Cerataulina bicornis
Cerataulina pelagica
Chaetoceros aequatorialis
Chaetoceros affinis
Chaetoceros atlanticus
Chaetoceros atlanticus f. *audax*
Chaetoceros atlanticus var. *neapolitana*
Chaetoceros coarctatus
Chaetocerus cf. *compressus*
Chaetoceros curvisetus
Chaetoceros decipiens
Chaetocerus cf. *densus*
Chaetoceros cf. *denticulatus*
Chaetoceros cf. *dichaeta*
Chaetoceros didymus
Chaetoceros diversus
Chaetoceros cf. *eibenii*
Chaetoceros lorenzianus
Chaetoceros perpusillus
Chaetoceros peruvianus
Chaetocerus cf. *pseudocurvisetus*
Chaetocerus rostratum
Chaetoceros simplex
Chaetoceros socialis
Chaetoceros tetrastichon
Chaetoceros tortissimus
Chaetoceros sp.
Chaetoceros sp.1
Chaetoceros sp.2
Chaetoceros sp.3
Chaetoceros sp.4
Chaetocerus tipo B
Chaetocerus tipo C
Chaetocerus tipo D
Chaetocerus tipo E
Chaetocerus tipo F
Chaetocerus tipo G
Chaetocerus tipo H
Chaetocerus tipo I
Cocconeis sp.
Corethron criophilum
Coscinodiscus cf. *bioculatus*
Coscinodiscus excentricus
Coscinodiscus liniatus
Coscinodiscus cf. *marginatus*
Coscinodiscus sp.
Cosnodiscus tipo 1
Cyclotella cf. *stylorum*
Cyclotella sp.
Cylindrotheca closterium
Cymatosira/Campylosira
Dactyliosolen cf. *blavyanus*
Dactyliosolen fragilissimus
Dactyliosolen mediterraneus
Dactyliosolen phuketensis
Dactyliosolen sp.
Delphineis surirella
Diploneis bombus
Diploneis crabro
Diploneis cf. *finnica* f. *duplopunctata*
Diploneis gemmata
Diploneis cf. *splendida*
Diploneis cf. *weissflogi*
Diploneis sp.
Ditylum brightwelli
Epithemia argus
Eucampia cornutai
Eucampia zodiacus
Florella sp.
Gossleriela tropica
Grammatophora marina
Guinardia cylindrus
Guinardia delicatula
Guinardia flaccida
Guinardia striata
Haslea wawrikae
Hemiaulus hauckii
Hemiaulus membranaceus
Hemiaulus sinensis
Istmia nervosa
Lampriscus shadboltianum
Leptocylindrus danicus
Leptocylindrus mediterraneus
Leptocylindrus minimus
Licmophora abbreviata
Licmophora cf. *ehrenbergii*
Licmophora lyngbyei
Licmophora sp.1
Lioloma pacificum
Lioloma sp.
Mastogloia harvathiana
Mastogloia jelinickii
Mastogloia splendida
Melosira moniliformis/ Hyalodiscus stelliger
Melosira sp.
Meuniera membranácea
Nacicula cf. *abruptoides*
Navicula cf. *cancellata*
Navicula cf. *clavata*
Navicula cf. *directa*
Navicula cf. *granulata*
Navicula sp.
Nizschia cf. *longíssima*
Niztschia sigma
Nitzschia sp.
grupo *Nitzschiella*
Odontella aurita
Odontella mobilineis

Odontella sinensis
Odontella sp.
Palmeria hardmaniana
Paralia sulcata
Pinnularia sp.
Plagiotropsis cf. *gaussii*
Panktoniella sol
Pleurosigma angulatum
Pleurosigma cf. *normanii*
Pleurosigma/Gyrosigma sp.
Podocystis adriatica
Proboscia alata
Proboscia alata f. *indica*
Pseudonitzschia sp.
Pseudonitzschia sp.1
Pseudonitzschia sp.2
Pseudonitzschia sp.3
Pseudonitzschia sp.4
Pseudonitzschia sp.5
Pseudonitzschia sp.6
Pseudonitzschia sp.7
Pseudonitzschia sp.8
Raphoneis cf. *amphicerus*
Rhabdonema adriaticum
Rhizosolenia acuminata
Rhizosolenia cf. *bergonii*
Rhizosolenia calcar-avis
Rhizosolenia castracanei
Rhizosolenia decipiens
Rhizosolenia cf. *fallax*
Rhizosolenia hebetata
Rhizosolenia herbe-tata f. *semispina*
Rhizosolenia imbricata
Rhizosolenia imbrica-ta var. *shrubsolei*
Rhizosolenia robusta
Rhizosolenia setigera
Rhizosolenia striata
Rhizosolenia cf. *styliformis*
Rhizosolenia sp.1
Rhizosolenia sp.2
Schuetiella mitra
Skeletonema costatum
Stauroneis membranacea
Surirella fastuosa
Surirella cf. *striatela*
Surirella sp.
Thalassionema cf. *bacillare*
Thalassionema cf. *frauenfeldii*
Thalassionema nitzschioides
Thalassionemataceae
Thalassiothrix sp.
Thalassiosira excentrica
Thalassiosira sp.
Thalassiosira sp.1
Thalassioisra sp.2
Toxarium hennedyanum
Toxarium undulatum
Triceratium cf. *alternans*
Triceratium favus
Triceratium favus f. *quadrata*
Triceratium sp.
Trigonium formosum
Penada
Penada tipo 1
Penada tipo 2
Penada tipo 3
Penada tipo 4
Penada tipo 5
Penada <10 µm
Penada 10-20 µm
Cêntrica
Cêntrica tipo *Guinardia*
Cêntrica tipo *Skeletonema*
Diatomácea tipo 1
Diatomácea tipo 2
Diatomácea tipo 3

Dinophyceae

Actiniscus pentasterias
Alexandrium cf. *catenela*
Alexandrium sp.
Amphisolenia globifera
Amphisolenia rectangulata
Amphisolenia schauinslandi
Ceratium arietinum
Ceratium arietinum var. *gracilentum*
Ceratium azoricum
Ceratium candelabrum
Ceratium carriense
Ceratium contortum
Ceratium contrarium
Ceratium declinatum
Ceratium euarcuatum
Ceratium extensum
Ceratium falcatiforme
Ceratium furca
Ceratium fusus
Ceratium fusus f. *seta*
Ceratium gibberum
Ceratium gravidum
Ceratium hexacanthum
Ceratium horridum
Ceratium incisum
Ceratium karsteini
Ceratium kofoidii
Ceratium limulus
Ceratium lineatum
Ceratium longirostrum
Ceratium longissimum
Ceratium macrocerus
Ceratium macrocerus f. *gallicum*
Ceratium massiliense
Ceratium paradoxides
Ceratium pentagonum
Ceratium pentago-num var. *tenerum*
Ceratium platycorne
Ceratium pulchellum
Ceratium setaceum
Ceratium symetricum
Ceratium tenue
Ceratium tenue f. *tenuissimum*
Ceratium teres
Ceratium trichoceros
Ceratium tripos
Ceratium sp.
Ceratocorys horrida
Citharistes regius
Corithidinium sp.
Dinophysis caudata
Dinophysis cf. *cuneus*
Dinophysis doryphora
Dinophysis exigua
Dinophysis hastata
Dinophysis ovata
Dinophysis parvula
Dinophysis rotundata
Dinophysis schuetii
Dinophysis sp.
Ebria tripartita
Ensiculifera angulata
Ensiculifera sp.
Gonyaulax birostris
Gonyaulax fragilis
Gonyaulax cf. *grindleyi*
Gonyaulax hyalina

Gonyaulax polyedricum
Gonyaulax polygramma
Gonyaulax cf. *spinifera*
Gonyaulax sp.1
Gonyaulax sp.2
Gonyaulax sp.3
Goniodoma polyedricum
Gymnodinium cf. *catenatum*
Gymnodinium coeruleum
Gymnodinium sp.1
Gymnodinium sp.2
Gyrodinium sp.
Heterodinium minutum
Heterodinium murrayi
Histioneis crateriformis
Histioneis dolon
Histioneis hippoperoides
Histioneis para
Histioneis sp.
Kofoidinium velelloides
Kofoidinium sp.
Microcanthodinium cf. *setiferum*
Microcanthodinium sp.
Ornithocercus heteroporus
Ornithocercus magnificus
Ornithocercus splendidus
Ornithocercus steinii
Ornithocercus thumi
Oxytoxum biconicum
Oxytoxum cf. *elegans*
Oxytoxum cf. *laticeps*
Oxytoxum cf. *mediterraneum*
Oxytoxum milneri
Oxytoxum robustum
Oxytoxum sceptrum
Oxytoxum scolopax
Oxytoxum subilatum
Oxytoxum tesselatum
Oxytoxum turbo
Oxytoxum variabile
Oxytoxum sp.
Peridiniella sphaeroidea
Plalacroma doryphorum
Plalacroma cf. *rapa*
Phalacroma sp.
Podolompas bipes
Podolompas elegans
Podolompas palmipes
Podolompas spinifera
Podolompas sp.
Prorocentrum balticum
Prorocentrum compressum
Prorocentrum micans
Prorocentrum sigmoides
Prorocentrum sp.
Protoceratium aerolatum
Protoceratium reticulatum
Protoperidinium cassum
Protoperidinium cf. *capurroi*
Protoperidinium conicum
Protoperidinium cuspidatum
Protoperidinium depressum
Protoperidinium cf. *divergens*
Protoperidinium gracile
Protoperidinium grande
Protoperidinium cf. *latissimum*
Protoperidinium oceanicum
Protoperidinium cf. *parviventes*
Protoperidinium pellucidum
Protoperidinium pentagonum
Protoperidinium quarnerense
Protoperidinium cf. *vulgare*
Protoperidinium sp.1
Protoperidinium sp.2
Protoperidinium sp.3
Protoperidinium tipo *divergens*
Protoperidinium 'gorduchinho'
Protoperidinium 'redondinho'
Pyrocistis fusiformis
Pyrocistis lunula
Pyrocistis robusta
Pyrocistis sp.
Pyrophacus horologium
Scripsiella trochoidea
Scripsiella sp.
Dinoflagelado sp.
Dinoflagelado tipo 1
Dinoflagelado tipo 2

Cyanophyceae

Anabaena sp.
Trichodesmium erythraeum
Trichodesmium thiebautii
Trichodesmium sp.

Dictyochophyceae

Dictyocha fibula
Dictyocha sp.

Prasinophyceae

Pterosperma polygonum
Prasinoficea sp.

Prymnesiophyceae

Calcidiscus leptoporus
Calciopappus caudatus
Calciosolenia brasiliensis
Calciosolenia murrayi
Ceratolithus cristatus
Coronosphaera sp.
Discosphaera tubifera
Florisphaera profunda
Gladiolithus flabellatus
Hayaster perplexus
Michaelsarsia cf. *adriaticus*
Michaelsarsia elegans
Michaelsarsia sp.
Ophiaster cf. *hydroideus*
Pontosphaera sp.
Rabdosphaera clavigera
Reticulofenestra sessilis
Syphosphaera apsteinii
Syracosphaera sp.
Thorosphaera flabellata
Umbilicosphaera sibogae
Cocolitoforídeo sp.
Cocolitoforídeo sp. 5-10 µm
Cocolitoforídeo sp. 10-15 µm
Cocolitoforídeo sp. 15-20 µm
Cocolitoforídeo sp. 20-30 µm

Chrysophyceae

Apedinella spinifera
Crisofícea sp.

Flagelados nanoplanctônicos

Flagelado <2,5 µm
Flagelado 2,5-5,0 µm
Flagelado 5,0-7,5 µm
Flagelado >7,5 µm

A região do banco de Abrolhos apresenta águas oligotróficas com baixas concentrações de clorofila-a (VIEIRA; TEIXEIRA, 1981; GAETA et al., 1999; SOUZA, 2011; GHISOLFI et al., 2015). Ghisolfi et al. (2015) analisaram a variação espaço-temporal do fitoplâncton da região com base na estimativa da concentração de clorofila-a por meio de imagens de satélite, no período de 2003 a 2011, em quatro pontos de coleta. Os valores de clorofila-a variaram de 0,1 a 1,5 $mg.m^{-3}$, sendo maiores na estação localizada ao norte do banco de Abrolhos. Concentrações mais elevadas foram registradas ao final do outono e início do inverno (estação seca), período em que ocorre maior mistura vertical da água e, consequente, fertilização das camadas superficiais. Estudo semelhante foi realizado anteriormente por Souza et al. (2007), os quais utilizaram médias mensais de clorofila-a por imagens de satélite obtidas de setembro/1997 a setembro/2006. Constatou-se que o banco de Abrolhos e a cadeia Vitória-Trindade apresentaram concentrações mais elevadas de clorofila (0,5-3,0 $mg.m^{-3}$) em relação a regiões próximas mais profundas (< 0,25 $mg.m^{-3}$).

Os estudos têm demonstrado que o fitoplâncton da região do banco de Abrolhos é dominado por organismos pequenos, pico (< 2 μm) e nanoplanctôn (2-20 μm), que são mais adaptados a baixas concentrações de nutrientes (KNOPPERS et al., 1999; SUSINI-RIBEIRO, 1999; CUPELO, 2000; MASUDA, 2009; SOUZA, 2010). Além disso, a biomassa e abundância dos organismos são mais elevadas sobre o banco de Abrolhos e ao sul deste, seja pela influência de massa d'água enriquecida ou pelo aporte fluvial (GAETA et al., 1999; SUSINI-RIBEIRO, 1999; TENENBAUM; GOMES; GUIMARÃES, 2007; MASUDA, 2009; SOUZA, 2010). Eventos de ressurgência e formação de vórtices ao sul do banco promovem o afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e a fertilização das camadas superficiais (EKAU; KNOPPERS, 1999; GAETA et al. 1999).

2.4 MACROALGAS

As macroalgas bentônicas têm importante papel nos ambientes marinhos, atuando na produção primária de matéria orgânica e servindo de alimento, substrato e refúgio para diversos organismos (BRASIL, 2009a). A maioria das espécies ocorre fixa a substratos consolidados e em profundidades com até 1% de luminosidade. O Brasil apresenta elevada diversidade de macroalgas bentônicas, sendo o estado do Espírito Santo umas das regiões mais ricas em composição e abundância de espécies (OLIVEIRA-FILHO, 1969).

2.4.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência foi definida como a região costeira do estado do Espírito Santo, incluindo as montanhas submarinas da cadeia Vitória-Trindade e o banco de Abrolhos que tem como limites sul a foz do rio Doce, e ao norte o rio Jequitinhonha, sul do estado da Bahia.

2.4.2 METODOLOGIA

Pesquisa bibliográfica foi realizada buscando informações sobre as macroalgas da costa do estado do Espírito Santo e do banco de Abrolhos, anteriores ao rompimento da barragem de Fundão. Livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado, monografias de conclusão de curso, publicações

científicas nacionais e internacionais, relatórios técnicos e demais dados obtidos em bases de dados científicas e literatura especializada foram consultados, tais como:

- Villaça e Pitombo (1997): amostras foram obtidas em cinco estações de coleta (recife de Timbebas, recife Sueste, parcel de Abrolhos, ilha de Santa Bárbara e ilha Siriba) no banco de Abrolhos, ao sul da Bahia, em janeiro e dezembro/1992 e novembro/1993.
- Oliveira et al. (2002): realizaram o levantamento das espécies de algas marinhas bentônicas pluricelulares do litoral brasileiro em continuidade ao estudo de Oliveira-Filho (1977), considerando publicações posteriores e dados ainda não publicados.
- Figueiredo e Steneck (2002): exemplares foram coletados em sete estações de amostragem no arquipélago de Abrolhos.
- Paula, Figueiredo e Creed (2003): macroalgas foram coletadas de bancos de angiosperma (*Halodule wrightii*) presentes entre as ilhas Redonda e Siriba no arquipélago de Abrolhos, a 3-4 m de profundidade, em agosto e dezembro/1995 e abril/1996.
- Barata (2004): amostras foram obtidas no ano de 1985 e de novembro/2002 a junho/2004, nos municípios: Conceição da Barra (Itaúnas), Barra do Riacho (recifes próximos a Portocel), Aracruz (Barra do Sahy, Coqueiral de Aracruz, praia dos Padres, recife em Santa Cruz), Fundão (enseada das Graças), Serra (Costa Bela, praia das Castanheiras, praia da Baleia, praia Mole), Vitória (praia de Camburi, ilha do Frade), Vila Velha (praia da Costa, praia de Itapoã, ilha do Boqueirão, praia da Concha), Guarapari (praia de Setiba, morro do Uma, Três Praias, praia Peracanga/Guaibura, Meaípe), Anchieta (praia de Ubu, praia de Parati, ilhote de Ubu, recife entre Castelhanos e Guanabara, praia dos Coqueiros), Iriri (praia de Ilmenita), Piúma (praia de Piúma, costão do Agazinho, ilha do Gambá), Itapemirim (praia Itaoca/Itaipava, ilha dos Franceses), Marataízes (praia das Arraias, praia da Areia Preta), e Presidente Kennedy (barra do Marobá).
- Bandeira-Pedrosa, Pereira e Oliveira (2004): amostras foram obtidas em vários pontos na costa nordeste brasileira como parte do Programa ReviZEE, nos anos de 1997 a 2000. No estado do Espírito Santo foram encontrados exemplares na Ponta da Fruta, Piúma, ilha do Francês, Itaipava, Manguinhos, Santa Cruz e Vitória, além de materiais depositados no Herbário Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Guimarães e Horta (2004): espécimes de rodófita foram coletados em diferentes profundidades no litoral de Santa Cruz, Aracruz e ilha do Francês em janeiro/2001 e março/2004.
- Miossi, Aquije e Alves (2004): amostragens sazonais em maré de sigízia foram realizadas entre 2000 e 2001, em três estações de coleta no litoral de Aracruz: praia do Portal de Santa Cruz, praia dos Padres e praia próxima ao emissário da Aracruz Celulose.
- Figueiredo (2006): macroalgas foram amostradas em 45 estações de coleta sobre o banco de Abrolhos.
- Yoneshigue-Valentin, Gestinari e Fernandes (2006): macroalgas bentônicas foram coletadas em entre Salvador/BA e Cabo de São Tomé/RJ, como parte do Programa ReviZEE. Um total de 105 estações de coleta foram amostradas na costa do Espírito Santo, incluindo as ilhas e montes submersos da cadeia Vitória-Trindade, em profundidades de 18 a 247 m.

- Amado-Filho et al. (2007): espécies de rodolitos e flora algal associada foram obtidas em três zonas de diferentes profundidades (4-18 m, 25-30 m e 50-55 m), no verão e inverno de 2004 e 2005. Em cada zona foram estabelecidos quatro transectos e amostrados 10 quadrados randomicamente posicionados.
- Surati e Guimarães (2007): exemplares de rodófita coletados próximo à ilha do Francês, município de Itapemerim, a 6 m de profundidade, em agosto/2004.
- Tâmega e Figueiredo (2007): algas calcárias foram amostradas em quatro locais (Porto Norte, Calderos, Mato Verde e Porto Sul) próximo à ilha Santa Bárbara, no arquipélago de Abrolhos, no verão (dezembro/2001 a março/2002) e inverno (julho/2002 a outubro/2002).
- Barata (2008): macroalgas foram amostradas em diversas estações de coleta ao longo da costa brasileira, sendo oito localizadas no Espírito Santo (praia da Baleia, ilha do Frade, praia da Costa, praia de Parati, praia dos Castelhanos, praia de Iriri, praia de Itaipava/Itaioca, ilha do Francês), nos meses de maio e agosto/2005 e março e julho/2007.
- Barbosa et al. (2008): algas foram coletadas em dois pontos (próximo à lagoa recifal e na borda do recife, a 20 m em direção ao mar) em julho/2003 e junho/2004, verão e inverno, na praia de Jacaraípe, município de Serra.
- Guimarães e Amado-Filho (2008): rodolitos de três locais com diferentes profundidades (6 m, 10 m e 18 m) foram obtidos em março e novembro de 2004.
- Villas-Boas et al. (2009, 2015): rodolitos foram obtidos em nove estações de amostragens no litoral sul do Espírito Santo, entre as profundidades de 10 a 50 m, em abril e agosto/2004, abril/2005, setembro/2006.
- Amado-Filho et al. (2010): amostras qualitativas de rodolitos e flora algal associada foram obtidas em março, agosto e novembro/2004 e abril/2005, nas profundidades 4, 6, 10 e 18 m. Para análise quantitativa, foram traçados dois transectos de 20 m de comprimento em cada profundidade e amostrados quadro quadrados aleatoriamente, em março e agosto/2004.
- Rosa (2009): exemplares de *Laminaria* e rodolitos foram coletados cerca de 48 km da costa, a 50 m de profundidade, próximo ao município de Itapemerim, sul do Espírito Santo, em novembro/2004, fevereiro e novembro/2005, março, junho e setembro/2006, e junho, setembro e dezembro/2007.
- Bahia et al. (2011): rodolitos foram amostrados em junho/2006, a 50 m de profundidade ao sul do Espírito Santo, além de materiais depositados em herbário.
- Pacheco (2011): macroalgas associadas a rodolitos foram obtidas entre 23-28 m de profundidade em três estações de coleta próximo aos municípios de Marataízes e Piúma, a 27-37 km da costa, sul do Espírito Santo, em novembro/2005, e março, agosto e novembro/2006.
- Sá (2011): macroalgas foram coletadas em 13 estações, sendo 11 na Baía do Espírito Santo, uma na praia da Costa e uma na praia de Carapebus, em setembro/2009 e janeiro/2010.
- Henriques et al. (2012): rodolitos foram amostrados em três estações na plataforma continental do Espírito Santo (54 a 60 m de profundidade), em outubro e novembro/1997.

- Carvalho (2013): amostragens com fotoquadrado foram realizadas em março/2012, abrangendo recifes e costões rochosos do mesolitoral de nove praias do Espírito Santo: Coqueiral de Aracruz/Aracruz, enseada das Garças/Fundão, ilha do Frade/Vitória, ilha do Boi/Vitória, praia da Costa/Vila Velha, praia das Castanheiras/Guarapari, praia da Bacutia/Guarapari, praia de Parati/Anchieta e praia de Castelhanos/Anchieta.
- Torrano-Silva e Oliveira (2013): amostras foram obtidas no verão (janeiro) e inverno (julho) de 2008, em 13 pontos nas ilhas do arquipélago de Abrolhos e em quatro transectos no recife Sebastião Gomes, durante maré baixa.
- Bahia, Amado-Filho e Maneveldt (2014): rodolitos foram obtidos a 65 m de profundidade na ilha de Trindade em fevereiro/2011.
- Bahia et al. (2014): rodolitos foram obtidos a 40 m de profundidade ao sul da Bahia, sobre o banco de Abrolhos.
- Henriques et al. (2014a): amostras de rodolitos foram coletadas a 50-133 m de profundidade nas montanhas submersas da cadeia Vitória-Trindade, de outubro a novembro/1997, como parte do Programa ReviZEE.
- Henriques et al. (2014b): coletas de rodolitos foram realizadas entre 54-250 m de profundidade na costa do Espírito Santo, em 2001-2002, como parte do Programa ReviZEE.
- Tâmega et al. (2014): algas vermelhas foram coletadas em 1 a 8 m de profundidade no arquipélago de Abrolhos, em fevereiro, agosto, setembro, outubro e dezembro/2008.
- Villas-Boas, Riosmena-Rodriguez e Figueiredo (2014): rodolitos foram amostrados em cinco estações de coleta no litoral sul do estado do Espírito Santo, a cerca de 18 m de profundidade em abril/2015.
- Kano (2015): rodófitas foram amostradas em manguezais e ambientes recifais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo (praia de Manguinhos, enseada das Garças, praia da Baleia, praia da Cruz, Itaipava-Itaoca, praia de Castelhanos, ponta da Fruta), no período de 1985 e 2014.
- Jesionek et al. (2016): rodolitos foram obtidos a 2-7 m de profundidade em quatro locais no banco de Abrolhos (Pedra de Leste, arquipélago de Abrolhos, parcel de Abrolhos e recife Califórnia), em 2012 e 2014.
- Amado-Filho et al. (2018): amostras de algas calcárias crustosas foram obtidas em três estações de coleta ao norte do banco de Abrolhos (Pedra de Leste, arquipélago de Abrolhos e parcel de Abrolhos), sul da Bahia, no período de 2006 a 2015.

As obras de Figueiredo (1997), Horta (2000), Manso (2006) e Villas-Boas (2008) não foram encontradas para consulta.

2.4.3 RESULTADOS

Muitos estudos foram realizados com macroalgas na costa do Espírito Santo, e estes foram compilados por Oliveira et al. (2002) no levantamento das espécies de algas marinhas bentônicas pluricelulares da costa brasileira. Um total de 300 espécies foram registradas para o estado, sendo 55 táxons pertencentes a Chlorophyta, 36 a Phaephyta e 209 a Rhodophyta (Tabela 9). Posteriormente, Bandeira-Pedrosa, Pereira e Oliveira (2004) revisaram a taxonomia e distribuição do gênero *Halimeda* (Chlorophyta) para o Brasil; Miossi, Aquije e Alves (2004) listaram as clorofíceas do litoral de Aracruz; Barata (2004) analisou as clorofíceas marinhas bentônicas do litoral do Espírito Santo, sendo parte dos resultados publicados em Barata e Fujii (2006); Guimarães e Horta (2004) realizaram o registro pioneiro da rodófita *Predaea feldmannii* para o estado; Yoneshigue-Valentin, Gestinari e Fernandes (2006) listaram 165 espécies de macroalgas bentônicas para o Espírito Santo; Amado-Filho et al. (2007, 2010) e Pacheco (2011) realizaram o levantamento da flora epibêntica de rodolitos do sul do estado (125, 167 e 138 táxons, respectivamente), associando a menor riqueza e biomassa encontrada no inverno com a maior instabilidade dos bancos de rodolitos em períodos de maior frequência de tempestades; Surati e Guimarães (2007) efetuaram o registro pioneiro de *Nitophyllum adhaerens* para o estado; Guimarães e Amado-Filho (2008) descreveram as características morfológicas e reprodutivas de espécies de rodófitas gelatinosas que ocorrem sobre rodolitos no Espírito Santo; e Kano (2015) realizou análise morfológica e molecular de rodófitas (Delesseriaceae) para o sudeste brasileiro, registrando oito espécies para a costa capixaba. As espécies citadas nessas obras estão contidas na Tabela 9.

Poucos estudos avaliaram a influência do impacto antrópico nas comunidades de macroalgas bentônicas do litoral capixaba. Barbosa et al. (2008) estudaram a estrutura e dinâmica das macroalgas da praia de Jacaraípe/Serra, e encontraram diferenças na riqueza, diversidade, biomassa e equitabilidade entre os locais analisados durante o inverno, e relacionaram a redução da diversidade com o turismo local. Os autores registraram 34 rodofíceas, 12 clorofíceas e quatro feofíceas (Tabela 9), além de uma fanerógama (*Haloudule wrightii*). Sá (2011) avaliou a composição de espécies e a influência de metais pesados no crescimento das macroalgas presentes na região da baía do Espírito Santo (Tabela 9). Carvalho (2013) encontrou diferenças na composição das comunidades entre praias do litoral, com predominância de *Ulva* spp., *Colpomenia sinuosa* e *Arthrocardia variabilis* em praias urbanizadas, e de *Palisada perforata, Amphyroa anastomosans* e *Codium intertextum* em praias mais preservadas. Um total de 125 espécies foram identificadas, sendo 75 rodofíceas, 30 chlorofíceas e 20 feofíceas (Tabela 9).

Tabela 9 – Espécies de macroalgas encontradas na costa do estado do Espírito Santo.

Chlorophyta
Acetabularia cf. *pusilla*
Anadyoneme lacerata
Anadyoneme linkiana
Anadyoneme pavonina
Anadyomene saldanhae
Anadyomene stellata
Anadyomene sp.
Avrainvillea longicaulis
Blastophysa rhizopus
Bolbocoleon piliferum
Bolbocoleon sp.
Boodleopsis pusilla
Boodleopsis vaucherioidea
Bryopsis hypnoides
Bryopsis pennata
Bryopsis plumosa
Bryopsis sp.
Caulerpa ashmeadii
Caulerpa cupressoides var. *cupressoides*
Caulerpa cupressoides var. *lycopodium* f. *disticha*
Caulerpa cupressoides var. *lycopodium* f. *elegans*
Caulerpa cupressoides var. *lycopodium* f. *lycopodium*
Caulerpa cupressoides var. *mamillosa*
Caulerpa fastigiata
Caulerpa kempfii
Caulerpa lanuginosa
Caulerpa mexicana
Caulerpa murrayi
Caulerpa prolifera
Caulerpa pusilla
Caulerpa pusilla var. *mucronata*
Caulerpa racemosa var. *racemosa*
Caulerpa racemosa var. *lamourouxii*
Caulerpa racemosa var. *macrophysa*
Caulerpa racemosa var. *occidentalis*
Caulerpa racemosa var. *peltata*
Caulerpa scalpelliformis
Caulerpa sertularioides
Caulerpa taxifolia
Caulerpa verticillata
Caulerpa verticillata var. *charoides*
Caulerpa webbiana f. *disticha*
Caulerpa webbiana f. *tomentella*
Caulerpa webbiana f. *webbiana*
Chaetomorpha aerea
Chaetomorpha antennina
Chaetomorpha brachygona
Chaetomorpha clavata
Chaetomorpha linum
Chaetomorpha minima
Chaetomorpha nodosa
Chaetomorpha spiralis
Chaetomorpha sp.
Chamaedoris peniculum
Cladophora albida
Cladophora brasiliana
Cladophora catenata
Cladophora coelothrix
Cladophora corallicola
Cladophora dalmatica
Cladophora montagneana
Cladophora ordinata
Cladophora prolifera
Cladophora rupestris
Cladophora vagabunda
Cladophora sp.
Cladophoropsis membranacea
Codium decorticatum
Codium intertextum
Codium isthmocladum
Codium repens
Codium spongiosum
Codium taylorii
Codium sp.
Dasycladus vermicularis
Derbesia vaucheriaeformis
Derbesia sp.
Dictyosphaeria cavernosa
Dictyosphaeria versluysii
Dictyosphaeria sp.
Enteromorpha chaetomorphoides
Enteromorpha clathrata
Enteromorpha flexuosa
Enteromorpha lingulata
Enteromorpha linza
Enteromorpha paradoxa
Enteromorpha prolifera
Enteromorpha sp.
Entocladia viridis
Gayralia oxysperma
Halimeda cuneata
Halimeda discoidea
Halimeda gracilis
Halimeda incrassata
Halimeda opuntia
Halimeda tuna
Halimeda sp.
Microdictyon boergesenii
Microdictyon pseudohapteron
Microdictyon umbilicatum
Microdictyon vanbosseae
Microdictyon sp.
Palmophyllum crassum
Palmophyllum umbracola
Penicillus capitatus
Penicillus pyriformis
Penicillus sp.
Phyllodictyon anastomosans
Pringsheimiella scutata
Protomonostroma sp.
Pseudobryopsis sp.
Pseudocodium floridanum
Rhipilia diafana
Rhipilia orientalis
Rhipilia peniciloides
Rhipilia tomentosa
Rhipiliopsis peltata
Rhipiliopsis stri
Rhipidosiphon floridensis
Rhizoclonium africanum
Rhizoclonium riparum
Siphonocladus tropicus
Udotea abbottiorum
Udotea cyathiformis
Udotea cyathiformis var. *cyathiformis* f. *infundibulum*
Udotea cyathiformis var. *cyathiformis* f. *sublitoralis*
Udotea cyathiformis var. *flabellifolia*
Udotea dixonii
Udotea fibrosa
Udotea flabellum
Udotea occidentalis

Udotea unistratea
Udotea sp.
Ulva compressa
Ulva fasciata
Ulva flexuosa
Ulva lactuca
Ulva rigida
Ulvella lens
Valonia aegagropila
Valonia macrophysa
Valonia utricularis
Valonia sp.
Ventricaria ventricosa
Verdigellas fimbriata
Verdigellas peltata
Willeella ordinata

Phaephyta

Bachelotia antillarum
Canistrocarpus cervicornis
Carpomitra costata
Chnoospora minima
Colpomenia sinuosa
Dictyopteris cf. *crassinervia*
Dictyopteris delicatula
Dictyopteris jamaicensis
Dictyopteris jolyana
Dictyopteris justii
Dictyopteris mertensii
Dictyopteris plagiogramma
Dictyopteris polypodioides
Dictyopteris sp.
Dictyota bartayresiana
Dictyota cervicornis f. *cervicornis*
Dictyota ciliolata
Dictyota crenulata
Dictyota jamaicensis
Dictyota menstrualis
Dictyota mertensii
Dictyota pulchella
Dictyota sp.
Feldmannia irregulares
Feldmannnia simplex
Halopteris filicina
Hecatonema terminale
Hincksia breviarticulata
Hincksia mitchelliae
Hincksia onslowensis
Hydroclathrus clathratus
Laminaria abyssalis
Laminaria brasiliensis
Laminaria sp.
Levringia brasiliensis
Lobophora variegata
Padina gymnospora
Padina pavonica
Padina profunda
Padina sp.
Ralfsia expansa
Rosenvingea intricata
Rosenvingea sanctae-crucis
Sargassum cymosum
Sargassum filipendula
Sargassum furcatum
Sargassum hystrix
Sargassum platycarpum
Sargassum polyceratium
Sargassum rigidulum
Sargassum stenophyllum
Sargassum vulgare
Sargassum sp.
Spatoglossum schroederi
Sphacelaria brachygonia
Sphacelaria rigidula
Sphacelaria tribuloides
Sphacelaria sp.
Sporochnus bolleanus
Sporochnus pedunculatus
Streblonema invisibile
Stypopodium zonale
Zonaria tournefortii

Rhodophyta

Acanthophora muscoides
Acanthophora spicifera
Acrochaetium antillarum
Acrochaetium globosum
Acrochaetium infestans
Acrochaetium liagorae
Acrochaetium microscopicum
Acrochaetium phacelorhizum
Acrochaetium yamadae
Acrosorium ciliolatum
Acrosorium venulosum
Acrosymphyton caribaeum
Acrosymphyton sp.
Agardhiella floridana
Agardhiella ramosissima
Agardhiella subulata
Aglaothamnion boergesenii
Aglaothamnion cordatum
Aglaothamnion felliponei
Aglaothamnion cf. *gallicum*
Aglaothamnion halliae
Aglaothamnion tenuissimum
Aglaothamnion uruguayense
Aglaothamnion sp.
Amansia multifida
Amansia sp.1
Amansia sp.2
Amphiroa anastomosans
Amphiroa beauvoisii
Amphiroa brasiliana
Amphiroa fragilissima
Amphiroa frigida
Amphiroa rigida
Amphiroa van-bosseae
Anothricum furcelatum
Anotrichium yagii
Antithamnion antillanum
Antithamnion lherminieri
Antithamnionella atlantica
Antithamnionella boergesenii
Antithamnionella breviramosa
Arthrocardia flabellata
Arthrocardia gardneri
Arthrocardia variabilis
Arthrocardia sp.
Asparagopsis taxiformis
Asteromenia peltata
Bostrychia moritziana
Bostrychia radicans
Bostrychia scorpioides var. *montagnei*
Bostrychia tenella
Botryocladia carabaica
Botryocladia occidentalis
Botryocladia pyriformis
Botryocladia sp.
Branchioglossum minutum
Bryocladia cuspidata
Bryocladia thyrsigera
Bryothamnion seaforthii
Bryothamnion triquetrum
Calliblepharis fimbriata
Callithamnion corymbosum
Callophyllis divaricata
Callophyllis microdonta
Cataglossa confusa

Caloglossa leprieurii
Catoglossa ogasawaraensis
Centroceras clavulatum
Centrocerocolax ubatubensis
Ceramium affine
Ceramium brasiliense
Ceramium brevizonatum
Ceramium brevizonatum var. *caraibicum*
Ceramium clarionense
Ceramium codii
Ceramium comptum
Ceramium dawsonii
Ceramium deslongchampsii
Ceramium diaphanum
Ceramium diaphanum var. *lophophorum*
Ceramium filicula
Ceramium flaccidum
Cearmium luetzelburgii
Ceramium tenerrimum
Ceramium sp.1
Ceramium sp.2
Champia compressa
Champia feldmannii
Champia parvula
Champia salicornioides
Champia taironensis
Champia vieillardii
Cheilosporum sagittatum
Chondracanthus acicularis
Chondracanthus elegans
Chondracanthus teedei
Chondracanthus sp.
Chondria atropurpurea
Chondria dasyphylla
Chondria decipiens
Chondria leptacremon
Chondria littoralis
Chondria platyramea
Chondria sp.
Chondrophycus furcatus
Chondrophycus translucidus
Chrysymenia enteromorpha
Chrysymenia ventricosa
Chrysymenia sp.
Claudea elegans
Coelarthrum cliftonii
Colaconema ophioglossum
Colaconema sp.
Compsothamnion thuyoides
Corallina officinales
Corallina panizzoi
Corynomorpha clavata
Cottoniella filamentosa
Craspedocarpus jolyi
Crouania attenuata
Cruoriella armorica
Cryptonemia bengryi
Cryptonemia crenulata
Cryptonemia delicatula
Cryptonemia flabellifolia
Cryptonemia limensis
Cryptonemia luxurians
Cryptonemia seminervis
Cryptonemia sp.
Cryptopleura corallinara
Cryptopleura crispa
Cryptopleura peltata
Cryptopleura ramosa
Cryptopleura hayamensis
Cryptopleura sp.
Dasya baillouviana
Dasya brasiliensis
Dasya caraibica
Dasya corymbifera
Dasya elongata
Dasya hutchinsiae
Dasya hutchinsiae var. *minor*
Dasya ocellata
Dasya rigidula
Dasya sp.
Dawsoniocolax bostrychiae
Dichotomaria marginata
Dichotomaria obtusata
Dictyurus occidentalis
Diplothamnion tetrastichum
Dipterosiphonia dendritica
Dipterosiphonia reversa
Dohrniella antillarum
Dohrniella antillarum var. *brasiliensis*
Dudresnaya crassa
Dudresnaya sp.
Erythrocladia endophlea
Erythrocladia pinnata
Erythrotrichia carnea
Falkenbergia hillebrandii
Fauchea hassleri
Frikkiella searlesii
Galaxaura comans
Galaxaura marginata
Galaxaura obtusata
Galaxaura rugosa
Galaxaura sp.
Gelidiella acerosa
Gelidiella trinitatensis
Gelidiella sp.
Gelidiopsis planicaulis
Gelidiopsis variabilis
Gelidiopsis sp.
Gelidium americanum
Gelidium coarcattum
Gelidium crinale
Gelidium floridanum
Gelidium pusillum
Gelidium sp.
Gracilaria blodgettii
Gracilaria caudata
Gracilaria cervicornis
Gracilaria cuneata
Gracilaria curtissiae
Gracilaria domingensis
Gracilaria lacinulata
Gracilaria mammilaris
Gracilaria sp.1
Gracilaria sp.2
Gracilariopsis tenuifrons
Gracilariopsis sp.
Grateloupia dichotoma
Grateloupia doryphora
Grateloupia filicina
Grateloupia turuturu
Griffithsia caribaea
Griffithsia globulifera
Griffithsia schousboi var. *anastomosans*
Griffithisia sp.
Grinnellia americana
Gymnogongrus griffithsiae
Gymnothamnion elegans
Haliptilon cubense
Haliptilon subulatum
Halopithys schottii
Haloplegma duperreyii
Halymenia berudensis
Halymenia brasiliana
Halymenia clathrata

Halymenia duchassaingii
Halymenia elongata
Halymenia floresia
Halymenia floridana
Halymenia gelinaria
Halymenia pseudofloresia
Halymenia rosea
Halymenia vinacea
Halymenia sp.
Halymenia sp.1
Haraldia tenuis
Helminthocladia cavaldosii
Herposiphonia bipinnata
Herposiphonia secunda
Herposiphonia tebella
Herposiphonia sp.
Heterodasya mucronata
Heterosiphonia crassipes
Heterosiphonia crispella
Heterosiphonia crispella var. *laxa*
Heterosiphonia gibbesii
Heterosiphonia sp.
Hildenbrandia rubra
Hydrolithon cf. *onkodes*
Hydropuntia caudata
Hydropountia córnea
Hypnea cenomyce
Hypnea cervicornis
Hypnea musciformis
Hypnea spinella
Hypnea valentiae
Hypnea sp.
Hypoglossum hypoglossoides
Hypoglossum tenuifolium
Janczewskia moriformis
Jania adhaerens
Jania capilacea
Jania cubensis
Jania pumila
Jania rubens
Jania sagittata
Jania ungulata
Kallymenia limminghii
Laurencia clavata
Laurencia composita
Laurencia dendroidea
Laurencia filiformis
Laurencia furcata
Laurencia flagellifera
Laurencia microcladia
Laurencia obtusa var. *obtusa*
Laurencia obtusa var. *densa*
Laurencia obtusa var. *divaricata*
Laurencia obtusa var. *gracilis*
Laurencia papillosa
Laurencia perforata
Laurencia pinnatifida
Laurencia tepida
Laurencia sp.
Lejolisia mediterranea
Leptofauchae brasiliensis
Leptofauchea cf. *rhodymenioides*
Leptofauchea sp.
Liagora ceranoides
Lomentaria rawitscheri
Meristiella echinocarpum
Meristiella gelidium
Meristotheca echinocarpa
Micropeuce mucronata
Murrayella periclados
Nemalion helminthoides
Neosiphonia sphaerocarpa
Neosiphonia tepida
Naccaria corymbosa
Nitophyllum adhaerens
Nitophyllum cf. *punctatum*
Nitophyllum wilkinsoniae
Ochtodes secundiramea
Ophidocladus simpliciusculus
Osmundaria melvilii
Osmundaria obtusiloba
Osmundaria sp.
Osmundea lata
Palisada perforata
Periphykon delesserioides
Petroglossum undulatum
Peyssonnelia boergesenii
Peyssonnelia capensis
Peyssonnelia inamoema
Peryssonellia simulans
Peyssonnelia valentine
Peyssonnelia sp.
Platonema cyclocolpum
Platoma sp.
Platysiphonia delicata
Pleonosporium boergesenii
Pleonosporium caribaeum
Pleonosporium mexicanum
Pleonosporium polystichum
Plocamium brasiliense
Pneophyllum fragile
Polysiphonia denudata
Polysiphonia ferulacea
Polysiphonia gorgoniae
Polysiphonia havanensis
Polysiphonia howei
Polysiphonia schneideri
Polysiphonia subtilissima
Polysiphonia tepida
Polysiphonia sp.
Porphyra spiralis var. *amplifolia*
Porphyra sp.
Predaea feldmannii
Predaea sp.
Protohuetzingia schottii
Pterocladiella capillacea
Pterocladiella sp.2
Pterosiphonia parasitica
Pterosiphonia parasitica var. *australis*
Pugetia sp.
Rhodothamniella codicola
Rhodymenia divaricata
Rhodymenia pseudopalmata
Rhodymenia sp.
Sahlingia subintegra
Schmitzia sp.
Scinaia aborealis
Scinaia brasiliensis
Scinaia complanata
Scinaia furcellata
Scinaia sp.
Sebdenia flabellata
Solieria filiformis
Spermothamnion investiens
Spongoclonium caribaeum
Sporolithon australasicum
Sporolithon dimotum
Soporlithon howei
Sporolithon mediterraneum
Soporlithon pacificum
Spyridia clavata
Spyridia filamentosa
Spyridia hypnoides
Spyridia hypnoides var. *disticha*
Spyridia sp.
Spyridiocolax capixaba

Stylonema alsidii
Taenioma perpusillum
Taenioma nanum
Thuretia bornetii
Tiffaniella gorgonea
Tricleocarpa cylindrica
Tricleocarpa fragilis
Tricleocarpa sp.
Tsengia sp.
Vidalia obtusiloba
Woelkerlingia sp.
Wrangelia argus
Wrangeia penicillata
Wrightiella tumanowiczii
Yuzurua poiteaui var. *gemmifera*

Entre o norte de Cabo Frio e o sul do banco de Abrolhos, há um banco de feofíceas de grandes dimensões (kelps) que abriga duas espécies endêmicas do gênero *Laminaria* (*L. abyssalis* e *L. brasiliensis*) (JOLY; OLIVEIRA-FILHO, 1967; YONESHIGUE-VALENTIN; GESTINARI; FERNANDES, 2006). Esse banco é limitado a uma faixa entre 45 e 120 m de profundidade, temperatura entre 15 e 19 °C, baixa luminosidade e substrato formado por rodolitos (MARINS, 2010). Recentemente, a análise morfológica e molecular de populações naturais revelou que as duas espécies de *Laminaria* são variações morfológicas de *L. abyssalis* (MARINS, 2010; MARINS et al. 2012). Cerca de 21 táxons foram encontrados associados a essa macroalga (Tabela 9).

A plataforma continental brasileira abriga extensos bancos de algas vermelhas calcárias não articuladas, denominadas rodolitos. A costa do Espírito Santo é uma região de transição entre flora tropical e subtropical, apresentando elevada riqueza de algas marinhas ainda pouco conhecidas (GUIMARÃES, 2003; AMADO-FILHO et al., 2007). No estado, os rodolitos são encontrados especialmente nas montanhas submarinas da cadeia Vitória-Trindade e no banco de Abrolhos. Estudos sobre as espécies que compõem os bancos de rodolitos do litoral do Espírito Santo catalogaram 27 espécies e foram realizados por: Amado-Filho et al. (2007) com os gêneros *Lithothamion, Lithophyllum, Hydrolithon, Neogoniolithon* e *Sporolithon*; Villas-Boas et al. (2009) com *Lithothamion corallinae, Lithophyllum johansenii* e *L. stictaeformis*, além da proposição da nova espécie *Lithophyllum depressum*; Amado-Filho et al. (2010) com *Lithothamion muelleri, Mesophyllum engelhartii, Hydrolithon* cf. *onkodes, Lithophyllum corallinae, L. johansenii, L. stictaeformis* e *Neogoniolithon* cf. *brassilica-florida*; Marins (2010) com *Mesophyllum engelhartii, Lithothamnion superpositum, Spongites yendoi, Titanoderma* sp., *Sporolithon ptychoides*; Bahia et al. (2011) e Bahia, Amado-Filho e Maneveldt (2014) com o primeiro registro de *Sporolithon ptychoides* e *Sporolithon molle* para o Oceano Atlântico; Henriques et al. (2012, 2014a,b) com as espécies *Spongites yendoi, Lithothamion muelleri, Lithothamion graciale, Sporolithon episoredion, Sporolithon ptychoides, Titanoderma pustulatum, Lithophyllum stictaeformis, Lithophyllum corallinae, Hydrolithon breviclavium, Hydrolithon onkodes, Spongites fruticulosus*, e a proposição da nova espécie *Sporolithon elevatum,* como parte do Programa ReviZEE; Villas-Boas, Riosmena-Rodriguez e Figueiredo (2014) comprovaram que as algas vermelhas não articuladas são os principais componentes formadores de rodolitos e registraram as espécies *Lithophyllum corallinae, L. johansenii, L. depressum, L. stictaeformis, Neogoniolithon brassica-florida, Spongites fruticulosus* e *Lithothamnion muellerii*; Villas-Boas et al. (2015) com *Neogoniolithon* cf. *brassilica-florida, Hydrolithon rupestre* e *Hydrolithon* sp.; e Jesionek et al. (2016) com as espécies *Hydrolithon boergesenii*, *Lithothamnion crispatum*, *Lithophyllum* sp., *Melyvonnea erubescens*, *Pneophyllum conicum*, *Porolithon onkodes*, *Sporolithon ptychoides*, and *Titanoderma prototypum* e registro pioneiro para o Brasil de *Lithophyllum kaiseri*.

2.4.3.1 Macroalgas no banco de Abrolhos

O banco de Abrolhos constitui o maior complexo coralíneo do Atlântico Sul (BRASIL, 2009a), e o maior banco de rodolitos do mundo, com área estimada em 20.000 km^2 (IBP, 2014). Os rodolitos são nódulos calcários compostos, especialmente, por algas vermelhas coralináceas, sensíveis a mudanças climáticas (p. ex., acidificação dos oceanos, aquecimento global) e impactos antrópicos (p. ex., pesca, descarga de efluentes) (HORTA et al., 2016). Além disso, os bancos de rodolitos proveem importante *habitat* para diversas comunidades epibentônicas, apresentando elevada riqueza de macroalgas (AMADO-FILHO et al., 2010; HORTA et al., 2016).

A Tabela 10 apresenta a lista de espécies de algas marinhas bentônicas que ocorrem no banco de Abrolhos, com base nos estudos de Villaça e Pitombo (1997), Figueiredo e Steneck (2002), Paula, Figueiredo e Creed (2003), Figueiredo (2006), Tâmega e Figueiredo (2007), Barata (2008), Torrano-Silva e Oliveira (2013), Bahia et al. (2014), Tâmega et al. (2014) e Amado-Filho et al. (2018). Um total de 233 táxons foi registrado para a região, sendo a maior riqueza associada ao grupo das rodofíceas (120 táxons), seguida de clorofíceas (66 táxons) e feofíceas (47 táxons).

Tabela 10 – Espécies de algas marinhas bentônicas registradas no banco de Abrolhos.

Rhodophyta		
Acanthophora spicifera	*Chondria polyrhiza*	*Hildenbrandia rubra*
Acrochaetium microscopicum	*Colaconema hallandicum*	*Hydrolithon boergesenii*
Acrothamnion butleriae	*Corallina officinalis*	*Hydrolithon pachydermum*
Amphiroa anastomosans	*Cottoniella filamentosa*	*Hypnea musciformis*
Amphiroa beauvoisii	*Crouania attenuata*	*Hypnea spinella*
Amphiroa brasiliana	*Cryptonemia crenulata*	*Hypoglossum tenuifolium*
Amphiroa fragilissima	*Dasya hutchinsiae*	*Jania adhaerens*
Amphiroa rigida	*Dichotomaria marginata*	*Jania capillacea*
Amphiroa tribulus	*Dichotomaria obtusata*	*Jania cubensis*
Amphiroa van-bosseae	*Dictyurus occidentalis*	*Jania pumila*
Anatrichium tenue	*Digenea simplex*	*Jania* cf. *rosea*
Antithamnion antillanum	*Dipterosiphonia reversa*	*Jania rubens*
Asparagopsis taxiformis	*Dohrniella antillarum*	*Jania subulata*
Botryocladia occidentalis	*Eurythrotrichia carnea*	*Jania ungulata*
Bostrychia radicans	*Galaxaura obtusata*	*Laurencia addingensis*
Bostrychia scorpioides	*Galaxaura rugosa*	*Laurencia caduciramulosa*
Bostrychia aff. *tenella*	*Gelidiella acerosa*	*Laurencia dendroidea*
Bryothamnion seaforthii	*Gelidium crinale*	*Laurencia obtusa*
Bryothamnion triquetrum	*Gelidium pusillum*	*Laurencia papillosa*
Centroceras clavulatum	*Gelidium torulosum*	*Leptofauchea brasiliensis*
Ceramium dawsonii	*Gelidium* sp.	*Liagora albicans*
Ceramium luetzelburgii	*Gracilaria cervicornis*	*Lithophyllum stictaeformis*
Ceramium nitens	*Gracilaria domingensis*	*Lithothamnion occidentale*
Ceramium tenerrimum	*Gracilaria mammilaris*	*Lithothamnion sejunctum*
Champia compressa	*Griffithsia schrousboei*	*Lophocladia trichoclados*
Champia parvula	*Haloplegma duperreyi*	*Meristiella gelidium*
Champia vieillardii	*Haraldia tenuis*	*Mesophyllum erubescens*
Chonfracanthus teedei	*Herposiphonia secunda*	*Murrayella periclados*
Chondria platyramea	*Heterosiphonia crispella*	*Neogoniolithon accretum*
	Heterosiphonia gibbesii	*Neogoniolithon atlanticum*

Neosiphonia sphaerocarpa
Nitophyllum cf. *punctatum*
Octhtodes secundiramea
Palisada perforata
Peyssonnelia inamoena
Pleonosporium boergesenii
Polysiphonia havanensis
Polysiphonia scopulorum
Polysiphonia sertularioides
Polysiphonia subtilissima
Pneophyllum conicum
Porolithon onkodes
Porolithon pachydermum
Sahlingia subintegra
Scinaia complanata
Spongites fructiculosus
Sporolithon dimotum
Sporolithon episporum
Sporolithon tenue
Spyridia clavata
Spyridia filamentosa
Spyridia hypnoides
Stylonema alsidii
Tiffaniella gorgonea
Titanophycus validus
Tricleocarpa cylindrica
Tricleocarpa fragilis
Trichogloea requienii
Wrangelia argus
Wrightiella tumanowiczii
Wurdemannia miniata

Phaeophyta

Asteronema breviarticulatum
Asterocladon sp
Canistrocarpus cervicornis
Canistrocarpus crispatus
Chnoospora minima
Cladosiphon occidentalis
Colpomenia sinuosa
Dictyopteris delicatula
Dictyopteris jolyana
Dictyopteris justii
Dictyopteris plagiogramma
Dictyota bartayresiana
Dictyota cervicornis
Dictyota ciliolata
Dictyota crenulata
Dictyota cf. *divaricata*
Dictyota cf. *linearis*
Dictyota mertensii
Dictyota pinnatifida
Dictyota pulchella
Dictyota sp.
Feldmannia irregulares
Hecatonema floridanum
Hincksia mitchelliae
Hydroclathrus clathratus
Hydrolathrus clathratus
Lobophora variegata
Padina antillarum
Padina boergesenii
Padina gymnospora
Padina sanctae-crucis
Rosenvingea intricata
Rosenvingea orientalis
Rosenvingea sanctae-crucis
Sargassum filinpendula
Sargassum furcatum
Sargassum hystrix
Sargassum platycarpum
Sargassum polyceratium
Sargassum ramifolium
Sargassum vulgare
Sargassum sp.
Sphacelaria novae-hollandiae
Sphacelaria rigidula
Sphacelaria tribuloides
Stypopodium zonale
Zonaria tournefortii

Chlorophyta

Anadyomene saldanhae
Anadyomene stellata
Avrainvillea elliotii
Avrainvillea nigricans
Bolbocoleon jolyi
Boodleopsis verticillata
Bryopsis hypnoides
Bryopsis pennata
Bryopsis plumosa
Caulerpa brachypus
Caulerpa cupressoides
Caulerpa lanuginosa
Caulerpa mexicana
Caulerpa prolifera
Caulerpa pusilla
Caulerpa racemosa
Caulerpa serrulata
Caulerpa sertularioides
Caulerpa taxifolia
Caulerpa verticillata
Caulerpa webbiana
Caulerpella ambigua
Chaetomorpha clavata
Chaetomorpha linum
Cladophora dalmatica
Cladophora montagneana
Cladophora vagabunda
Cladophoropsis macromeres
Cladophoropsis membranacea
Codium decorticatum
Codium intertextum
Codium isthmocladum
Codium sp.
Dasycladus vermicularis
Dictyosphaeria cavernosa
Dictyosphaeria versluysii
Enteromorpha flexuosa
Halimeda cuneata
Halimeda discoidea
Halimeda incrassata
Halimeda opuntia
Halimeda simulans
Halimeda tuna
Microdictyon boergesenii
Neomeris annulata
Penicillus capitatus
Penicillus dumetosus
Penicillus sp.
Rhipilia fungiformes
Rhipilia orientalis
Rhipilia tomentosa
Rhipilia sp.1
Rhipilia sp.2
Rhipocephalus sp.
Rhizoclonium africanum
Rhizoclonium riparium
Siphonocladus tropicus
Udotea cyathiformis
Udotea flabellum
Udotea unistratea
Ulva flexuosa
Ulva lactuca
Valonia aegagropila
Valonia macrophysa
Valonia ventricosa
Ventricaria ventricosa

2.5 ZOOPLÂNCTON

Considerando o zooplâncton do ambiente marinho, os crustáceos estão entre os organismos mais representativos devido à sua abundância e importante papel na cadeia trófica, podendo contribuir em 70% ou mais de toda a biomassa (TAIT; DIPPER, 1998; BOLTOVSKOY, 1999). Entre eles, os copépodes são considerados os metazoários mais abundantes do planeta e podem servir como bioindicadores, como no caso do gênero *Paracalanus* (CAMPELO, 2010). Próximo aos copépodes em importância está o grupo Euphausiacea, mais conhecidos como *krill*. Esses organismos são a principal ligação entre a produção primária e os grandes carnívoros, como baleias, pinguins, entre outros (ALCARAZ; CALBET, 2003). Os decápodes são o maior e mais variado grupo de crustáceos, sendo que muitos deles apresentam a fase larval planctônica (BOLTOVSKOY, 1999). Já os cladóceros apresentam apenas sete espécies, menos diversos que os representantes de água doce, porém podem atingir grandes densidades. Os ostracodes apresentam pequena abundância e são mais comuns em grandes profundidades (RUPERT; BARNES, 1996; ALCARAZ; CALBET, 2003).

Entre os ecossistemas com maior biodiversidade do mundo, estão os recifes de corais, esses ambientes, em questão da riqueza e representatividade de espécies, são comparados, inclusive, a florestas tropicais (REAKA-KUDLA, 1997). No Brasil, o banco de Abrolhos é considerado um dos mais importantes ecossistemas do país, além da área geográfica mais rica do Atlântico Sul, denotando notável valor científico (FRANCINI-FILHO et al., 2013). Esse banco, com cerca de 46.000 km^2 abrange os mais diversos e complexos recifes de corais, ilhas vulcânicas, áreas de manguezal e canais de maré do Atlântico Sul (IBAMA, 1991; LEÃO, 2002; LEÃO; KIKUCHI; TESTA, 2003; KOETTKER, 2013).

Com o desastre ambiental causado pelo rompimento de barragem de rejeitos de Fundão em Mariana/MG em novembro de 2015, grandes aportes de minérios ocorreram no rio Doce e em toda a bacia hidrográfica a jusante da barragem, alcançando então a cidade de Linhares/ES, onde se localiza a foz do rio Doce. Em virtude da grande importância no equilíbrio da biodiversidade pelágica quanto ao banco de Abrolhos, estudos se fazem necessários para monitorar a comunidade zooplanctônica.

Nesse intuito, o presente levantamento bibliográfico explana sobre a comunidade zooplanctônica encontrada na região marinha do litoral do Espírito Santo, incluindo a região do banco de Abrolhos, anteriormente ao período do desastre, de forma a compor a linha-base que servirá como subsídio para futura comparação com dados ambientais posteriores ao desastre.

2.5.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de estudo para a composição da linha-base do zooplâncton marinho, referente às informações anteriores ao desastre ocorrido em Mariana/MG, em 5 de novembro de 2015, foi definida inicialmente para a região litorânea do Espírito Santo e para a região de Abrolhos/BA. Com isso, o estudo abrangeu a área marinha do Espírito Santo, estendendo-se até a área na altura da cidade de Prado/BA, que representa o limite norte da região de Abrolhos (IBAMA, 1991; MARCHIORO et al., 2005a). Essa pesquisa teve o intuito de verificar a comunidade zooplanctônica anteriormente ao desastre e, a partir de comparações dos dados entre os períodos antes e pós-desastre, observar a possível influência da pluma de rejeitos proveniente da foz do rio Doce sobre o ambiente marinho da costa do Espírito Santo e da região de Abrolhos/BA.

2.5.2 METODOLOGIA

Foram realizadas buscas por publicações em bases de dados científicas, nos bancos de dados da Plataforma Lattes, assim como em bibliografia especializada, referentes ao zooplâncton marinho. A busca abrangeu livros, artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, teses de doutorado e dissertações de mestrado, trabalhos publicados em eventos técnicos e acadêmicos e documentos técnicos, como relatórios de monitoramento ambiental, estudos de impactos, entre outros. Foram utilizadas combinações de palavras-chave tanto em português quanto em inglês: zooplâncton (*zooplankton*), Espírito Santo, bacia do Espírito Santo (*Espírito Santo basin*), Bahia, Abrolhos, Sudeste do Brasil (*Southeastern Brazil*), e Leste-Nordeste do Brasil (*East Northeast Brazil*). A busca relevou estudos publicados anteriormente ao desastre ambiental (novembro de 2015), causado pela mineradora Samarco Mineração S.A.

Informações sobre períodos de coleta, localização geográfica dos pontos e outros dados pertinentes, quando existentes nos trabalhos encontrados, foram utilizadas para tentar determinar algum padrão espacial e temporal na distribuição da comunidade zooplanctônica. No geral, os estudos abordavam de modo descritivo a comunidade zooplanctônica, a qual foi a base de elaboração dessa pesquisa.

2.5.3 RESULTADOS

A compilação de todas as informações sobre o zooplâncton da região marinha do Espírito Santo resultou em 261 táxons zooplanctônicos na área de estudo, sendo que o menor nível taxonômico disponível foi considerado. As informações a seguir representam os dados coletados para os trabalhos que abrangeram a região marinha da bacia do Espírito Santo e a região do banco de Abrolhos. Pautando-se nas bibliografias especializadas, os organismos, quando possível, foram classificados em Filo, Classe, Ordem e Espécie e discriminados quanto à sua área de ocorrência, conforme o trabalho pesquisado. No ambiente marinho, assim como nos ambientes de transição, espécies estuarinas e oceânicas foram registradas pelos autores nos trabalhos encontrados sobre o tema, caracterizando o meio aquático e a comunidade da biota presente no momento da coleta. Dessa forma, as espécies estuarinas e oceânicas encontradas no ambiente marinho são também descritas no presente capítulo. Esses táxons registrados se distribuíram entre Copepoda com 113 táxons, Decapoda com 31, Chaetognatha com 18, Cnidaria com 16, Appendicularia com 13, Mollusca com 12, Thaliacea com 7, Stomatopoda com 6, Cladocera e Echinodermata com 5 cada, Foraminifera, Annelida e Ostracoda com 3 cada, Cirripedia e Mysidacea com 2 cada e Brachiura com 1. Organismos classificados como “Grupos” foram Ascidiacea, Bryozoa, Euphausiacea, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Anomura, Ciliophora, Nematoda, Phoronida e Platyhelminthes (Tabela 11). Com isso observou-se que o grande grupo Copepoda foi o mais representativo, com 47% de contribuição ao zooplâncton total, registrado no ambiente marinho (Figura 98).

Tabela 11 – Lista de espécies do zooplâncton encontradas em estudos que coletaram amostras na região litorânea do Espírito Santo. As espécies foram classificadas pela região de sua ocorrência preferencial, segundo o autor do estudo (região de plataforma e região oceânica).

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência			
Táxon		**Região de Plataforma**	**Região Oceânica**
ARTHROPODA	CRUSTACEA, BRANCHIOPODA		
	Cladocera	X	
	Evadne tergestina	X	
	Penilia avirostris	X	X
	Pleopis polyphemoides	X	
	Podon schmackeri	X	
	Pseudevadne tergestina	X	
	CRUSTACEA, COPEPODA		
	Calanoida		
	Acartia danae		X
	Acartia lilljeborgi	X	X
	Acartia tonsa	X	
	Acrocalanus longicornis	X	X
	Aetideus armatus		X
	Bathypontia elongata		X
	Candacia pachydactyla		X
	Candacia sp.		X
	Canthocalanus pauper	X	
	Calanoides carinatus	X	X
	Calanopia americana	X	X
	Calocalanus pavo		X
	Calocalanus pavoninus	X	X
	Centropages furcatus	X	X
	Centropages gracilis	X	
	Centropages sp.	X	
	Centropages velificatus	X	X
	Centropages violaceus	X	
	Clausocalanus arcuicornis	X	
	Clausocalanus furcatus	X	X
	Ctenocalanus citer	X	X
	Ctenocalanus vanus	X	X
	Delius sewelli	X	X
	Euchaeta marina	X	X
	Euchirella rostrata		X
	Haloptilus longicornis		X
	Heterorhabdus papilliger		X
	Labidocera acutifrons	X	X
	Labidocera fluviatilis		X
	Labidocera minuta		X

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência			
Táxon		Região de Plataforma	Região Oceânica
	Labidocera nerii		X
	Labidocera sp.		X
	Longipedia minor	X	
	Lucicutia flavicornis	X	X
	Mecynocera clausi		X
	Mesocalanus tenuicornis		X
	Nannocalanus minor	X	X
	Neocalanus gracilis		X
	Neocalanus robustior	X	
	Paracalanus aculeatus	X	X
	Paracalanus indicus	X	X
	Paracalanus nanus	X	X
	Paracalanus parvus	X	X
	Paracalanus quasimodo	X	X
	Paracalanus sp.	X	
	Pareucalanus sewelli		X
	Parvocalanus crassirostris	X	X
	Parvocalanus scotti	X	
	Pleuromamma gracilis		X
	Pleuromamma piseki		X
	Pleuromamma xiphias		X
	Pontellina plumata		X
	Pseudocalanus elongatus	X	
	Pseudodiaptomus acutus	X	
	Pseudodiaptomus marshi	X	
	Pseudodiaptomus richardi	X	
	Rhincalanus nasutus		X
	Scolecithrix danae		X
	Subeucalanus crassus		X
	Subeucalanus monachus		X
	Subeucalanus pileatus	X	X
	Subeucalanus subtenuis	X	
	Subeucalanus sp.	X	
	Temora stylifera	X	X
	Temora turbinata	X	X
	Temora sp.	X	
	Undeuchaeta plumosa		X
	Undinula vulgaris	X	X
	Xanthocalanus minor		X
Cyclopoida			
	Copilia mirabilis		X
	Corycaeus amazonicus	X	X

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência			
Táxon		Região de Plataforma	Região Oceânica
	Corycaeus dubius	X	
	Corycaeus giesbrechti	X	X
	Coryceaus latus	X	X
	Corycaeus limbatus		X
	Corycaeus speciosus	X	X
	Farranula gracilis	X	X
	Farranula sp.		X
	Hemicyclops thalassius	X	
	Lubbockia aculeata		X
	Lubbockia squillimana		X
	Oithofia robusta	X	
	Oithona atlantica		X
	Oithona hebes	X	X
	Oithona nana	X	X
	Oithona oculata	X	
	Oithona plumifera	X	X
	Oithona rigida	X	
	Oithona setigera	X	X
	Oithona similis	X	X
	Oncaea conifera		X
	Oncaea curta		X
	Oncaea curvata	X	
	Oncaea media	X	X
	Oncaea mediterranea	X	
	Oncaea venusta	X	X
	Oncaea sp.		X
	Onychocorycaeus ovalis	X	X
	Saphirina bicuspidata		X
	Sapphirina nigromaculata		X
	Sapphirina sp.	X	X
Harpacticoida			
	Clytemnestra rostrata	X	
	Clytemnestra scutellata		X
	Clytemnestra sp.	X	
	Euterpina acutifrons	X	X
	Harpacticus sp.	X	
	Macrosetella gracilis		X
	Mesochra sp.	X	
	Microsetella norvergica	X	
	Microsetella rosea		X
	Miracia efferata		X
	Nauplii	X	X

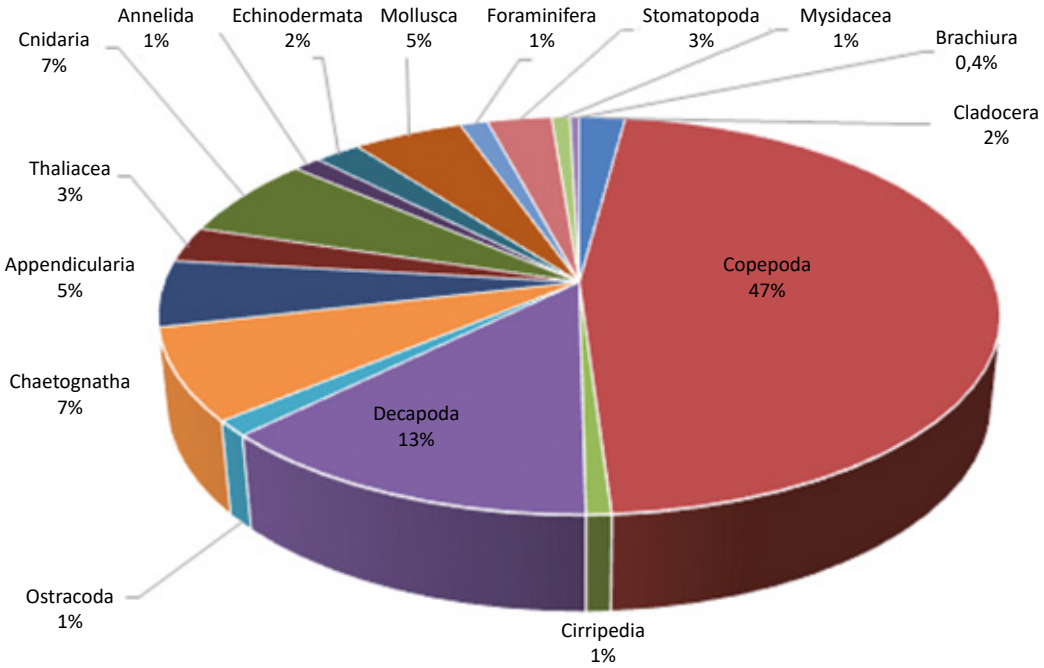
Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência			
Táxon		Região de Plataforma	Região Oceânica
Monstrilloida		X	
Siphonostomatoida		X	
CRUSTACEA, CIRRIPEDIA		X	X
	Balanus sp.	X	
	Nauplii	X	
CRUSTACEA, MALACOSTRACA			
Amphipoda		X	X
Anomura		X	
Brachyura		X	
	Zoea	X	
Decapoda		X	X
	Acanthephyra sp1.		X
	Acanthephyra sp2.		X
	Acanthephyra sp3.		X
	Acanthephyra sp4.		X
	Alpheidae		X
	Callianassidae		X
	Cryptodromiopsis antillensis		X
	Diogenidae		X
	Discias sp.		X
	Emerita brasiliensis		X
	Galatheidae		X
	Grapsidae		X
	Hippidae		X
	Janicella spinicauda		X
	Jaxea sp.		X
	Laomediidae		X
	Leptochela sp.		X
	Leucosiidae		X
	Majidae		X
	Microprosthema semilaeve		X
	Palaemon sp.		X
	Pasipheidae		X
	Penaeidae	X	X
	Portunidae		X
	Processidae		X
	Sergestidae	X	X
	Stenopus hispidus		X
	Lucifer faxoni	X	X
	Lucifer sp.		X
	Lucifer typus		X
	Oplophoridae		X

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência				
Táxon			Região de Plataforma	Região Oceânica
	Euphausiacea		X	X
	Isopoda		X	X
	Mysidacea		X	X
		Mysidopsis sp.		X
		Promysis atlantica	X	
	Stomatopoda		X	X
		Gonodactylus sp.	X	
		Lysiosquilla sp.	X	X
		Pseudosquillidae		X
		Pseudosquilla sp.	X	X
		Squillidae		X
		Squilla sp.	X	X
	Tanaidacea		X	
	CRUSTACEA, OSTRACODA		X	X
	Halocyprida	*Conchoecia* sp.		X
		Discoconchoecia elegans		X
	Myodocopida		X	X
CHAETOGNATHA	SAGITTOIDEA, Aphragmophora			
		Caecosagitta macrocephala		X
		Flaccisagitta enflata	X	X
		Flaccisagitta hexaptera		X
		Krohnitta pacifica	X	X
		Parasagitta friderici	X	X
		Parasagitta tenuis		X
		Pseudosagitta lyra		X
		Pterosagitta draco		X
		Sagitta bipunctata		X
		Sagitta decipiens	X	
		Sagitta enflata	X	X
		Sagitta friderici	X	X
		Sagitta hexaptera		X
		Sagitta hispida	X	X
		Sagitta minima	X	
		Sagitta tenuis	X	X
		Sagitta sp.	X	
		Serratosagitta serratodentata		X
CHORDATA	APPENDICULARIA		X	X
	Copelata			
		Fritillaria borealis		X
		Fitillaria formica		X
		Fritillaria pelucida		X
		Fritillaria sargassi		X

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência				
Táxon			Região de Plataforma	Região Oceânica
		Fritillaria sp.	X	X
		Oikopleura cophocerca		X
		Oikopleura cornutogastra		X
		Oikopleura dioica	X	X
		Oikopleura fusiformis	X	X
		Oikopleura gracilis		X
		Oikpopleura longicauda	X	X
		Oikopleura rufescens	X	X
		Oikopleura sp.	X	
	ASCIDIACEA		X	
	THALIACEA		X	X
	Doliolida	*Doliolum denticulatum*		X
	Salpida	*Doliolum nationalis*	X	X
		Doliolum sp.		X
		Iasis cylindrica	X	X
		Salpa fusiformis	X	X
		Thalia sp.		X
		Thalia democratica	X	X
	OSTEICHTHYES		X	X
CNIDARIA	HYDROZOA		X	X
	Anthomedusae		X	
	Anthoathecata	*Bougainvillia muscus*	X	
	Leptothecata	*Eucheilota* sp.	X	
		Obelia sp.	X	
	Narcomedusae			X
	Siphonophora		X	X
		Abylopsis tetragona		X
		Bassia bassensis	X	X
		Chelophyes appendiculata		X
		Diphyes bojani	X	X
		Eudoxoides mitra		X
		Eudoxoides spiralis	X	X
		Lensia subtilis	X	X
		Muggiaea atlantica		X
		Muggiaea kochi	X	X
	Trachymedusae	*Aglaura hemistoma*		X
		Liriope tetraphylla	X	
	SCYPHOZOA			
	Semaeostomeae	*Aurelia aurita*	X	
CTENOPHORA			X	X
ANNELIDA	POLYCHAETA		X	X
	Sabellida	*Owenia* sp.	X	

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência				
Táxon			Região de Plataforma	Região Oceânica
	Spionida	*Polydora* sp.	X	
	Phyllodocida	*Traviopsis* sp.		X
ECHINODERMATA				
	Asteroidea		X	
	Equinoidea		X	
	Holothuroidea		X	
	Ophiuroidea		X	X
	GYMNOLAEMATA, Cheilostomatida	*Membranipora* sp.		X
MOLLUSCA	BIVALVIA		X	X
	Ostreida	*Isognomon bicolor*	X	
	CEPHALOPODA, Coleoidea			X
	GASTROPODA		X	X
	Littorinimorpha	*Atlanta* sp.		X
		Echinospira sp.		X
	Pteropoda		X	X
		Cavolinia inflexa		X
		Clio andreae		X
		Creseis acicula	X	X
		Creseis virgula		X
		Limacina bulimoides		X
		Limacina inflata		X
		Limacina trochiformis		X
		Limacina sp.		X
		Peraclis apicifulva	X	
FORAMINIFERA			X	X
	GLOBOTHALAMEA			X
	Rotaliida	*Globigerinoides ruber* forma *alba*		X
		Globigerinoides ruber forma *rosacea*		X
		Globigerina sp.		X
BRYOZOA			X	X
CILIOPHORA				X
NEMATODA			X	
PHORONIDA			X	
PLATYHELMINTHES			X	X

Figura 98 – Abundância relativa (%) dos grupos observados no ambiente marinho, segundo bibliografias encontradas.



Na região marinha, o zooplâncton foi estudado por Brandini et al. (1997) a partir de dados secundários que abrangeram desde o Cabo São Tomé/RJ até a Baía de Todos os Santos/BA na sua região costeira e região de plataforma/oceano. O relato se deu de modo amplo, porém pôde-se observar que o grupo Copepoda foi o dominante, caracterizando o ambiente marinho, onde os crustáceos Copepoda são abundantes. Vale destacar que na região costeira, o copépode *Paracalanus quasimodo* foi representativo no litoral norte do Espírito Santo. Já na região plataforma/oceano, Copepoda também foi dominante, seguido por Appendicularia e Thaliacea (Salpa). Na região da foz do rio Doce, o zooplâncton foi representativo. Entre os copépodes registrados próximos aos bancos do setor Vitória-Trindade, os de maior densidade foram *Clausocalanus furcatus*, *Mecynocera clausi*, *Farranula gracilis* e *Oncaea venusta*, associadas à AT, além de *Oithona similis*.

No litoral de Guarapari/ES, Amaral, Ferreira e Loureiro Fernandes (2007), em estudo realizado anteriormente a 2007 no recife artificial VICTORY-8B, registraram os copepoditos de *Paracalanus* sp. como os organismos mais abundantes no zooplâncton, seguidos por copepoditos de *Temora* sp. e *Oithona nana*. Thaliacea, Cladocera, Gastropoda, Bivalvia, Siphonophora, Appendicularia, Polychaeta e *Sagitta* sp. também se destacaram numericamente. Gastropoda, Bivalvia, *nauplii* de Cirripedia, Ostracoda e Cladocera foram mais abundantes nas amostras de fundo.

Gualandi (2007) realizou uma avaliação da distribuição da comunidade de copépodes temporal e espacialmente durante 12 meses, entre 2005 e 2006, também no recife artificial VICTORY-8B. Foram encontrados 36 espécies, 25 gêneros, 19 famílias e 5 ordens, no total de 81 táxons. *Paracalanus* sp., copepoditos de *Temora* sp., *nauplii* de copepoda, *Oithona nana* e *Paracalanus parvus* foram os organismos mais abundantes. Os copépodes apresentam reprodução durante todo o ano. O autor também descreve grandes variações entre amostras de superfície e fundo, sendo na grande maioria das vezes a abundância maior na superfície.

Campelo (2010) estudou o zooplâncton da região costeira do Espírito Santo, próximo a Vitória, em área sob influência de efluente industrial aquecido, entre 1998 e 2007. Foram identificados 155 táxons. Os copépodes foram os mais abundantes, com 89,6%, sendo que 85,36% do total representados pelos gêneros *Paracalanus* (62,8%), *Temora* (11,3%) e *Acartia* (11,26%).

CEPEMAR (2011b) realizou um estudo com dados secundários para o zooplâncton da região marinha e oceânica da bacia do Espírito Santo referente ao *Estudo de Impacto Ambiental para o Gasoduto Norte Capixaba*. Esse estudo também englobou informações do zooplâncton presente na bacia de Campos, porém os dados relatados a seguir enfocam a bacia do Espírito Santo que é correspondente à área de abrangência proposta para a presente linha-base. Assim, CEPEMAR (2011b) diagnosticou que o grupo Copepoda foi dominante na área do estudo, o que é corroborado por Boltovskoy (1981, 1999 apud CEPEMAR, 2011b), sendo as seguintes espécies as mais abundantes na região de plataforma: *Acrocalanus longicornis*, *Paracalanus indicus*, *Temora stylifera*, *T. turbinata*, *Oithona plumifera*, *Corycaeus giesbrechti* e *C. amazonicus*, enquanto as espécies que preferem a região oceânica foram: *Paracalanus indicus*, *Oithona plumifera*, *O. setigera* e *Oncaea media*. A presença dessas espécies está associada à Corrente Tropical do Brasil (BJORNBERG, 1981 apud CEPEMAR, 2011b).

Representantes de Appendicularia na região da bacia do Espírito Santo são encontrados em menor número, mas com importância significativa, entre eles: *Frittilaria sargassi* e *F. pelucida.* São organismos presentes em todos os oceanos, porém mais abundantes em regiões neríticas, alimentam-se de partículas em suspensão e são presas de larvas e peixes adultos. Para Chaetognatha foi observado padrão semelhante e as espécies representativas foram *Flaccisagitta enflata*, *Parasagitta tenuis*, *Serratosagitta serratodentata*, *Khronitta pacifica* e *Pterosagitta draco,* segundo a pesquisa de CEPEMAR (2011b).

O grupo Thaliacea (Salpa) foi dominado por *Thalia democratica*, *Salpa fusiformis* e *Doliolum nationalis*, que caracterizaram a comunidade preferindo as águas de plataforma e oceânicas da costa brasileira, com predomínio da AT com influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS).

Ainda, outras espécies estuarinas, costeiras e oceânicas foram registradas na pesquisa feita pelo CEPEMAR (2011b). Assim, as estuarinas dominantes foram *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa* e *Parvocalanus crassirostris.* As costeiras foram *Paracalanus parvus*, *Paracalanus quasimodo* e *Temora turbinata.* As típicas de sistemas oceânicos foram *Farranula gracilis*, *Subeucalanus pileatus*, *Centropages furcatus*, *Corycaeus giesbrechti* e *Calanoides carinatus* (águas subantárticas), além de cladóceros como *Penilia avirostris*. Outros grupos encontrados como larvas de Decapoda, Appendicularia (*Oikopleura dioica*) e Chaetognatha (*Sagitta friderici*) preferem os ambientes costeiros.

A densidade da comunidade zooplanctônica foi maior na região costeira, sendo que as espécies encontradas são frequentes na maioria dos ambientes marinhos ao longo do litoral das regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, conforme CEPEMAR (2011b).

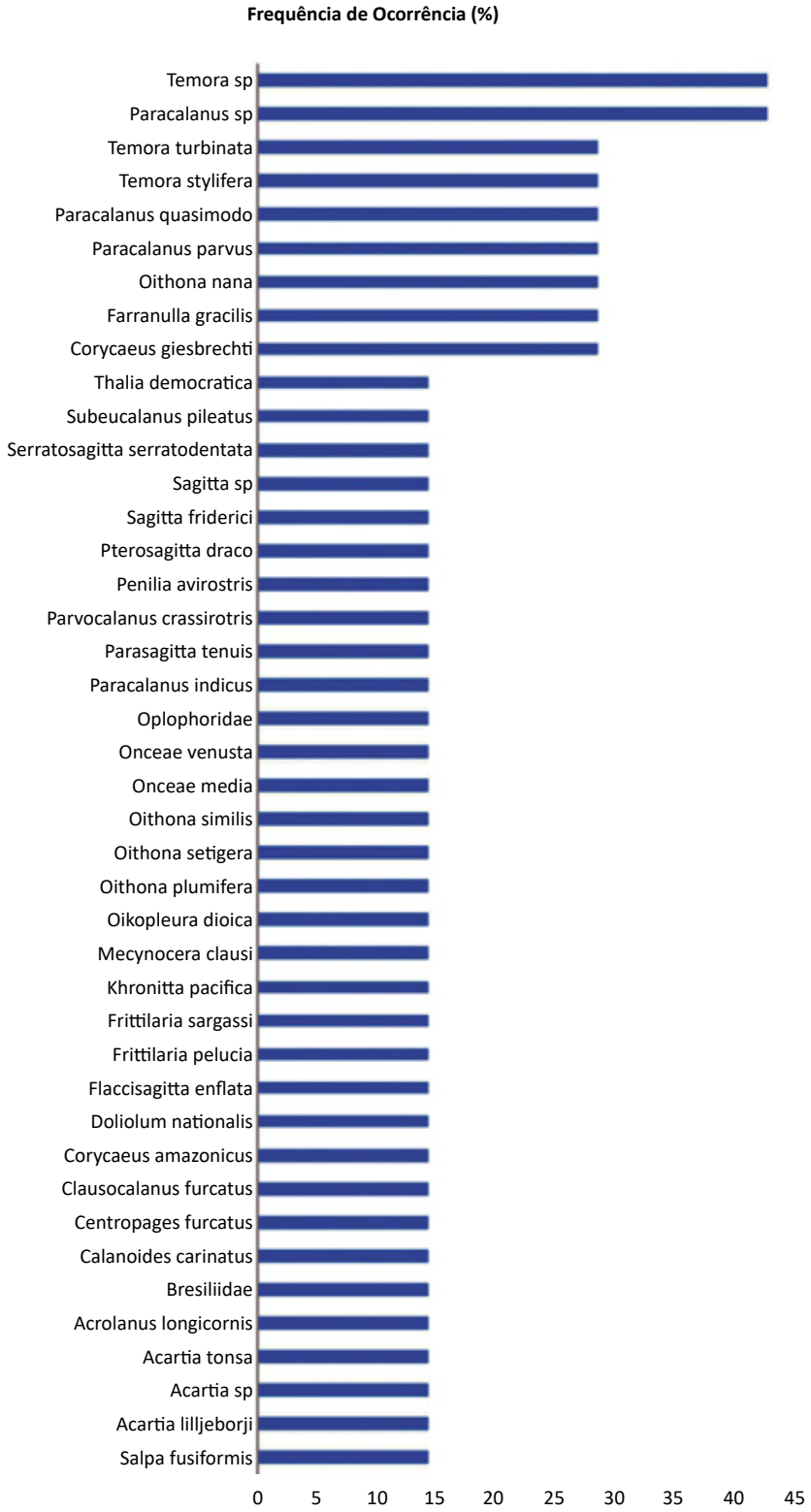
O zooplâncton também foi estudado por CPMAIS (2015) na região marinha de Aracruz/ES como parte do monitoramento marinho para o Estaleiro Jurong Aracruz (EJA), durante o mês de dezembro de 2014. Os resultados mostraram que a comunidade zooplanctônica foi composta por 42 grupos taxonômicos distribuídos em ordem, família, gênero, espécie e estágios de desenvolvimento. Entre esses organismos, o grupo Copepoda foi o mais abundante na área do monitoramento, tendo 75% de sua contribuição à biota aquática registrada. A comunidade apresentou-se com distribuição relativamente homogênea entre os pontos amostrais e a densidade variou entre 254 ind./m^3 e 1.987 ind./m^3. A diversidade desses organismos foi alta na área de estudo e, entre as espécies dominantes, *Temora turbinata* (2.820 ind./m^3) e *Corycaeus giesbrechti* (1.775 ind./m^3) foram os copépodes que se destacaram em densidade. Para CPMAIS (2015), a comunidade zooplanctônica foi característica de ambiente marinho costeiro com alta diversidade de espécies e, conforme as análises de similaridade*, T. turbinata* e *T. stylifera* foram as dominantes no ambiente em estudo. O domínio entre essas espécies pode estar atrelado a condições como disponibilidade de alimento e estratégias distintas dessas espécies quanto à competição e sobreposição de *habitat* conforme a presença de micronichos distintos na área do monitoramento.

Grupos específicos do zooplâncton marinho da região Sudoeste do Oceano Atlântico foram estudados por Fernandes, Souza e Bonecker (2007). Os autores descrevem a morfologia das larvas de crustáceo Decapoda, quanto às famílias Oplophoridae e Bresiliidae que são abundantes no talude continental da área de estudo.

No tocante a informações ecotoxicológicas acerca da comunidade zooplanctônica, observou-se escassez de estudos na região da costa do Espírito Santo. Dias (1999) identificou, assim como demais estudos na região, que *A. lilljeborgi* é a espécie mais abundante na baía do Espírito Santo e, entre todas as espécies de copépodes identificadas, esta foi a única a apresentar anormalidades morfológicas: prolapso intestinal e ruptura da quitina. As anormalidades ocorreram em maior número em organismos mais jovens, pois estes são mais sensíveis que os adultos. Segundo a autora, essas malformações se devem, provavelmente, à poluição, uma vez que a área de estudo é um local poluído com lixo industrial e doméstico. Ainda, devido à ocorrência constante da espécie em regiões contaminadas, a autora afirma que esta pode servir como indicadora de ambientes poluídos.

A comunidade zooplanctônica registrada para o ambiente marinho da área de estudo, conforme o levantamento bibliográfico, apontou o grupo Copepoda como dominante e, entre as espécies representativas, *Temora* sp. e *Paracalanus* sp. são as mais frequentes nos trabalhos encontrados (Figura **99**).

Figura 99 – Frequência de ocorrência (%) das espécies zooplanctônicas mais representativas do ambiente marinho.



Importantes informações foram apresentadas nesse levantamento bibliográfico sobre o zooplâncton marinho do litoral do Espírito Santo para a elaboração da linha-base, a qual norteará as ações frente ao diagnóstico do ambiente após sua comparação com os dados posteriores ao desastre de Mariana/MG.

2.5.3.1 Zooplâncton da região do banco de Abrolhos

Foi observada uma escassez de trabalhos sobre o tema na área de estudo, mostrando a lacuna quanto à compreensão da ecologia trófica em ambientes marinhos tropicais como o da região de Abrolhos/BA e sua área adjacente.

Na pesquisa sobre o zooplâncton no banco de Abrolhos, os poucos estudos encontrados se devem, principalmente, a Valentin e Monteiro-Ribas (1993), Ekau (1999), Schultes e Lopes (2009), Marcolin (2013), Marcolin et al. (2013), Marcolin, Lopes e Jackson (2015), Koettker (2013) e Koettker e Lopes (2013). Outros trabalhos abordaram de modo genérico a comunidade zooplanctônica (SCHULTES; LOPES, 2009) ou focaram em grupos de organismos específicos localizados na região de estudo (NOGUEIRA; OLIVEIRA, 1991; COSTA et al., 2015), porém serão descritos a seguir.

A compilação de todas as informações sobre o zooplâncton da região do banco de Abrolhos resultou em 166 táxons na área de estudo, sendo que o menor nível taxonômico disponível foi considerado. As informações a seguir são baseadas em dados coletados sobre o banco de Abrolhos e sua área adjacente, conforme o trabalho encontrado. Pautando-se nas bibliografias especializadas, os organismos, quando possível, foram classificados em Filo, Classe, Ordem e Espécie e discriminados quanto à sua área de ocorrência, quando os trabalhos apontavam essa informação. Assim, a comunidade zooplanctônica apresentou-se dividida em 25 grandes grupos, sendo Copepoda com 78 táxons, Cnidaria com 25, Protozoa (Tintinnida) com 24, Decapoda com 18, Appendicularia e Thaliacea (Salpa) com 2 cada, Annelida, Cladocera, Chaetognatha, Cirripedia e Mollusca com 1 cada. Alguns organismos ficaram identificados em nível taxonômico de Grupos, como Euphausiacea, Amphipoda, Isopoda, Mysidacea, Cumacea, Stomatopoda, Ostracoda, Nemertea, Phoronida, Turbellaria, Bryozoa, Foraminifera, Echinodermata e Pisces (Tabela **12**).

Tabela 12 – Lista de espécies do zooplâncton marinho na região do banco de Abrolhos.

Táxon		
ARTHROPODA	**CRUSTACEA, Copepoda, Calanoida**	
	Calocalanidae	
		Acartia danae
		Acartia lilljeborgi
		Acrocalanus longicornis
		Calanoides carinatus
		Calanopia americana
		Calanus cf. *tenuicornis*
		Calocalanus pavo
		Candacia bipinnata
		Candacia bipunctata
		Candacia curta
		Candacia pachydactyla
		Centropages furcatus
		Centropages velificatus
		Centropages violaceus

Táxon	
	Clausocalanus arcuicornis
	Clausocalanus furcatus
	Ctenocalanus vanus
	Euaetideos giesbrechti
	Eucalanus crassus
	Eucalanus monachus
	Eucalanus pileatus
	Eucalanus subcrassus
	Eucalanus sp
Euchaetidae	
	Euchaeta marina
	Euchaetideus bradyi
	Gaetanus minor
	Haloptilus longicornis
	Heterorhabdus papilliger
	Heterorhabdus spinifrons
	Labidocera acutifrons
	Labidocera sp.
	Lucicutia flavicornis
	Mecynocera clausi
	Nannocalanus minor
	Neocalanus robustior
	Paracalanus spp.
	Paracalanus aculeatus
	*Paracalanus crassirostris**
	Paracalanus parvus
	Paracandacia simplex
	Pleuromamma abdominalis
	Pleuromamma gracilis
	Pleuromamma piseki
	Pontellina plumata
	Pontellopsis brevis
	Rhincalanus cf. *cornutus*
	Scolecitrix bradyi
	Scolecithrix danae
	Temora stylifera
	Undinula vulgaris
Copepoda, Phaennidae	
Copepoda, Poecilostomatoida	*Conaea rapax*
	Copilia mirabilis
	Coryaceus sp.
	Corycaeus amazonicus

Táxon	
	Corycaeus giesbrechti
	Corycaeus ovalis
	Corycaeus speciosus
	Corycaeus typicus
	Corycella gracilis
	Corycella rostrata
	Farranula gracilis
	Oncaea conifera
	Oncaea media
	Oncaea mediterranea
	Oncaea venusta
	Sapphirina angusta
	Sapphirina gemma
	Sapphirina nigromaculata
	Sapphirina scarlata
Copepoda, Harpacticoida	
	Clytemnestra gracilis
	Clytemnestra scutellata
	Macrosetella gracilis
	Microsetella sp.
Copepoda, Cyclopoida	
	Oithona nana
	Oithona plumifera
	Oithona setigera
	Oithona sp.
Copepoda, Monstrilloida	
Copepoda caligiformes	
Copepodito	
CIRRIPEDIA	
	Nauplii
DECAPODA	
	Acantholobulus schmitti
	Bentheuphausia amblyops
	Callinectes spp
	Hexapanopeus
	Leucosiidae sp.1
	Mithracidae spp
	Panopeus sp
	Panopeidae
	Pinnixa sayana
	Portunus sp
DECAPODA, Calapidae	
DECAPODA, Leucosiidae	

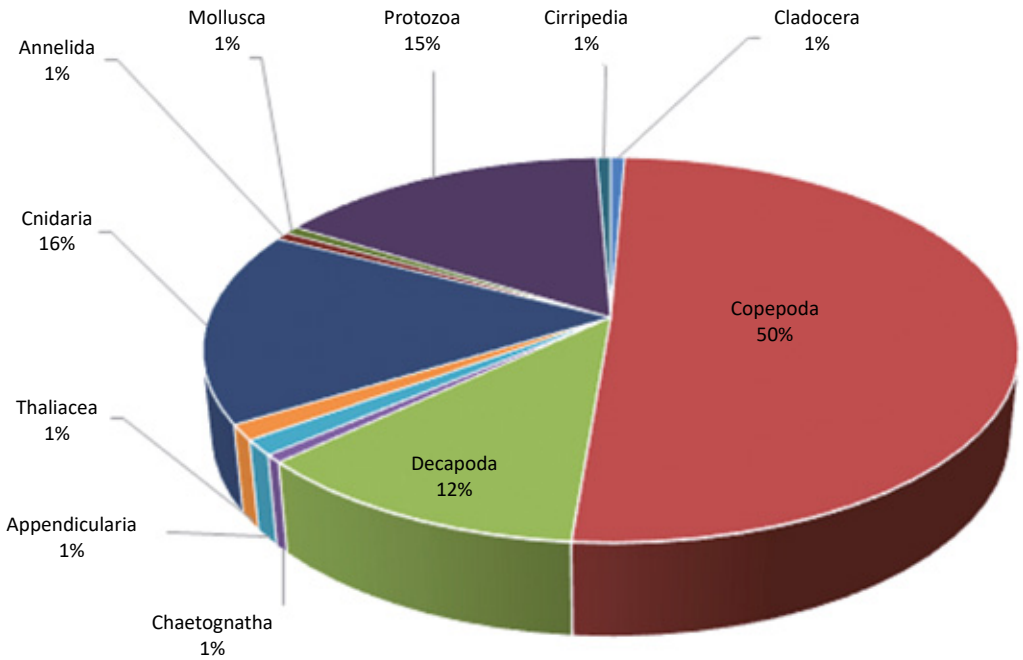
Táxon		
	DECAPODA, Majoidae	
	DECAPODA, Parthenopidae	
	DECAPODA, Pilumnidae	
	DECAPODA, Pinnotheridae	
	DECAPODA, Portunidae	
	DECAPODA, Xanthoidae	
	EUPHAUSIACEA	
	AMPHIPODA	
	ISOPODA	
	MYSIDACEA	
	CUMACEA	
	STOMATOPODA	
	CLADOCERA	
		Penilia avirostris
	OSTRACODA	
MOLLUSCA		
	GASTROPODA, Pteropoda	*Creseis acicula*
CHAETOGNATHA		
		Sagitta enflata
CNIDARA		
	HYDROZOA	
	SIPHONOPHORA	
		Abylopsis eschscholtzii
		Abylopsis tetragona
		Agalma okeni
		Bassia bassensis
		Ceratocymba leuckartii
		Chalophyes appendiculata
		Diphyes bojani
		Diphyes lensia
		Eudoxoides mitra
		Eudoxoides spiralis
		Halistemma rubrum
		Hippopodius hippopus
		Lensia campanella
		Lensia conoidea
		Lensia cossack
		Lensia hotspur
		Lensia hunter
		Lensia meteori
		Lensia subtilis

Táxon		
		Muggiaea kochi
		Sulculeolaria chuni
		Sulculeolaria quadrivalvis
	CALYCOPHORAE	
	PHYSONECTAE	
CHORDATA	TUNICATA, Appendicularia	
		Fritillaria sp.
		Oikopleura longicauda
	TUNICATA, Thaliacea	
		Doliolum nationalis
		Thalia democratica
NEMERTEA		
PHORONIDA		
TURBELLARIA		
BRYOZOA		
FORAMINIFERA		
ECHINODERMATA		
ANELIDAE		
	POLYCHAETA	
PROTOZOA		
	TINTINNIDA	
		Ascampbelliella aperta
		Condonellopsis ecaudata
		Codonellopsis schabii
		Dadayiella ganymedes
		Epiplocylis cf. *acuminata*
		Epiplocylis brandti
		Epiplocylis reticulata
		Eutintinnus apertus
		Eutintinnus cf. *pinguis*
		Eutintinnus tubulosus
		Favella cf. *azorica*
		Leprotintinnus nordqvisti
		Metacylis mereschkowskii
		Ormosella sp.
		Rhabdonella elegans
		Rhabdonella sp.
		Tintinnopsis beroidea
		Tintinnopsis gracilis
		Tintinnopsis fimbriata
		Tintinnopsis nana
		Tintinnopsis nucula

Táxon	
	Tintinnopsis tocantinensis
	Undella globosa
	Undella sp.
PISCES	
	*nova. Nomenc. Parvocalanus crassirostris

Observando os táxons zooplanctônicos, pôde-se verificar que o grande grupo Copepoda foi o dominante, com 50% de contribuição para a abundância desses organismos, registrados nos trabalhos pesquisados sobre o tema para o banco de Abrolhos (Figura **100**).

Figura 100 – Abundância relativa (%) para os grandes grupos registrados no banco de Abrolhos.



Considerando o trabalho de Valentin e Monteiro-Ribas (1993), que estudaram o zooplâncton da plataforma continental brasileira entre o arquipélago de Abrolhos/BA e Cabo Frio/RJ, durante cruzeiro em outubro de 1978, o grupo Copepoda foi o mais abundante, representando mais de 50% do zooplâncton total. A comunidade de Copepoda apresentou três grupos na região de Abrolhos, assim: 1) grupo com espécies que preferem águas costeiras, como *Paracalanus parvus, Oncaea venusta, Oithona setigera, Corycaeus amazonicus, Calanopia americana* e *Haloptilus longicornis*; 2) grupo que prefere o centro do banco de Abrolhos, como as espécies *Paracalanus aculeatus, P. parvus, Clausocalanus furcatus, Oncaea venusta, Oithona setigera, Corycaeus giesbrechti, Oncaea media, Macrosetella gracilis* e *Calanopia americana*; e 3) grupo que prefere a região oceânica de Abrolhos, como *Clausocalanus furcatus, Oithona setigera, Corycaeus giesbrechti, Lucicutia flavicornis, Corycella rostrata, Undinula vulgaris, Copilia mirabilis, Candacia pachydactyla* e *Calocalanus pavo*, incluindo ainda espécies esporádicas, como *Paracalanus parvus, P. aculeatus, Oncaea venusta, Mecynocera clausi, Nannocalanus minor, Corycaeus typicus, C. speciosus, C. amazonicus, Acartia danae e Pleuromamma gracilis*. Esses autores

identificaram a região de Abrolhos como tipicamente tropical com baixa biomassa e alta diversidade de espécies, sendo que a comunidade de zooplâncton foi caracterizada por copepodas tropicais e larvas bentônicas.

Já Ekau (1999), em seu estudo sobre a influência da topografia e a hidrografia na comunidade macrozooplanctônica encontrada na região do banco de Abrolhos, durante cruzeiro oceanográfico no outono (25 de abril a 6 de maio de 1995), apontou uma comunidade dominada por Copepoda da Ordem Calanoida. A biomassa zooplanctônica teve densidade total entre 33 e 469 mg/m^3. Altos valores (> 200 mg/m^3) ocorreram nas estações de coleta próximo dos 50 metros de profundidade e com temperatura de 25,5 °C, enquanto valores mais baixos (33 a 140 mg/m^3) se deram na região com maior temperatura, como nas estações localizadas a sudeste e nordeste na área de estudo. Considerando os maiores valores encontrados, a biomassa zooplanctônica foi representativa nas estações de coleta a sudoeste sob influência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e na borda mais externa do banco de Abrolhos com temperaturas abaixo de 24 °C. Ainda a comunidade zooplanctônica da área de estudo apresentou-se com alta biomassa nas estações de coleta no norte da região de estudo, próximo a pequenas áreas de manguezais da região fluvial entre os municípios de Belmonte e Caravelas, Bahia.

Os organismos zooplanctônicos encontrados por Ekau (1999) mostraram uma grande variação na sua densidade (60 a 1.670 ind./m^3) na área de estudo. A densidade foi maior nas estações localizadas sobre o banco de Abrolhos e foi menor nas estações oceânicas com valores entre 60 e 90 ind./m^3, representando densidades 10 vezes menores que as altas densidades observadas. A comunidade foi composta por grupos de Copepoda das ordens Calanoida e Cyclopoida que contribuíram com 46,1 e 14,7% para a abundância do zooplâncton, respectivamente. Estes foram seguidos por Appendicularia (7,7%), por Chaetognatha (4,5%), por Ostracoda (4%), por Decapoda (3,8%), por Bryozoa (3,1%), por Cladocera (2,9%) e por Hydrozoa (2,8%), que somaram 90% da abundância total do zooplâncton na área de estudo durante o outono. Considerando os menos representativos, o autor citou Mollusca, Thaliacea, *nauplii* de Cirripedia, Euphausiacea, Amphipoda, Foraminifera, Polychaeta, Copepoda caligiformes, Peixes, Echinodermatas, Copepoda Harpacticoida, Stomatopoda, Mysidacea, Isopoda, Cumácea, entre outros organismos, os quais não foram especificados pelo autor.

Copepoda Calanoida foi o grupo zooplanctônico com as maiores densidades (400 a 970 ind./m^3), e se destacou nas estações localizadas mais ao sul e sudoeste sobre o banco de Abrolhos, mas com decréscimo na sua densidade ao longo da borda próximo dos 200 metros de profundidade. Teve como espécies dominantes no ambiente: *Temora stylifera, Clausocalanus furcatus, Undinula vulgaris, Calanopia americana* e *Nannocalanus minor.*

A Ordem Cyclopoida (Copepoda), no geral, apresentou uma distribuição homogênea sobre a área de estudo e foi dominada pelas espécies *Oithona* (c. f.) *plumifera*, *Faranulla gracilis*, *Oncaea mediterranea, Corycaeus speciosus* e *C. giesbrechti.*

O grupo Appendicularia foi o único que mostrou um padrão na sua distribuição na área de estudo, em que a densidade declinou com o aumento da profundidade ao longo das estações de coleta. Porém, foi observada alta abundância de modo irregular sobre o banco de Abrolhos.

Já Chaetognatha, Ostracoda, Decapoda e Hydrozoa mostraram o mesmo padrão de distribuição observado para Calanoida (Copepoda), com altas densidades nas estações sobre o banco de Abrolhos e declínio da densidade nas estações de coleta além dos 200 metros de profundidade.

Bryozoa e Cladocera ocorreram em poucas estações de coleta, porém em altas densidades, mostrando um padrão disperso de ocorrência na área de estudo durante o outono.

Relacionando a comunidade zooplanctônica encontrada com as condições de topografia e hidrografia, o autor concluiu que toda a área de estudo é afetada pela AT da Corrente do Brasil, resultando em baixa produtividade e biomassa. Somente as áreas mais ricas são afetadas pela Água Central do Atlântico Sul (ACAS), conforme Gaeta et al. (1999 apud EKAU, 1999), o que foi identificado também no estudo de Ekau (1999). Ainda, a influência costeira sobre a região de estudo no banco de Abrolhos não foi significativa, assim como observada por outros autores (KNOPPERS et al., 1998 apud EKAU, 1999).

De modo genérico, o zooplâncton da região de Abrolhos também foi registrado por Schultes e Lopes (2004) utilizando Contador Planctônico de Leitura Ótica Laser e ZooScan, onde foram registrados crustáceos de copepodas Calanoida e Ostracoda.

Já Marcolin (2013) relata, em sua tese de doutorado, a variabilidade espacial do zooplâncton sobre o banco de Abrolhos e suas áreas adjacentes oceânicas de regiões tropicais no período de inverno. A pesquisadora constatou que o zooplâncton foi composto pela ordem Calanoida (Copepoda) de pequeno tamanho (< 1 mm) nas estações sobre o banco de Abrolhos, porém com alternância de domínio com o grupo Ostracoda. Nas estações oceânicas zooplâncton de maior tamanho foi observado, como Copepoda, Appendicularia, Chaetognatha e Salpa (Thaliacea), dominando a região. A ordem Cyclopoida (Copepoda) também foi observada com relativa abundância na região oceânica.

Os estudos de Marcolin et al. (2013) forneceram informações sobre o plâncton, a distribuição e a composição do espectro de tamanho de partículas sobre o banco de Abrolhos e áreas oceânicas durante o inverno (julho-agosto/2007). A estrutura trófica pelágica é influenciada pela estratificação da coluna d'água nas estações oceânicas e por mudanças na circulação de água, devido à morfologia do assoalho oceânico nas estações localizadas sobre o banco de Abrolhos. Ficou nítida a maior concentração de partículas e de biomassa planctônica (3,1 – 591,9 mg/m^3) sobre o banco, o que pode ser resultado do intenso acoplamento bento-pelágico nessas estações. Na região oceânica, a menor biomassa (2,1 – 219,2 mg/m^3) e menor concentração de partículas foram observadas na coluna d'água com estratificação vertical causada por águas ricas em nutrientes abaixo da camada de mistura, porém o zooplâncton de maior tamanho foi registrado nessas estações, o que pode indicar grande eficiência energética ao longo da cadeia trófica oceânica. Nessas estações foram observados organismos zooplanctônicos de pequeno (< 1mm) e grande (> 1 mm) tamanhos dentro ou acima da picnoclina.

A partir desses dados coletados no inverno (julho-agosto/2007) na região do banco de Abrolhos e sua área oceânica adjacente, Marcolin, Lopes e Jackson (2015) ainda estudaram a migração vertical do zooplâncton na área de estudo com relação às ordens Calanoida, Poecilostomatoida, Decapoda, Amphipoda, Euphausicea e Appendicularia. Houve diferença no padrão de distribuição vertical desses grupos do zooplâncton entre as estações amostrais no banco de Abrolhos e na região oceânica adjacente. No geral, o zooplâncton formava grupos agregados nas camadas superficiais (20-40 metros)

nas estações do banco de Abrolhos, enquanto nas estações oceânicas havia grupos agregados nas camadas mais profundas (40-150 metros) da coluna d'água.

A distribuição espacial do meroplâncton, com destaque para larvas de Decapoda Brachyura, também foi estudada na região do banco de Abrolhos e sua área oceânica adjacente durante o inverno (julho-agosto/2007), entre as latitudes 17° e 21°50'S. Assim, Koettker (2013) e Koettker e Lopes (2013) observaram que o meroplâncton foi composto por larvas pelágicas de invertebrados bentônicos, como Mollusca, Bryozoa, Echinodermata, Cirripedia, Decapoda, Polychaeta e Cnidaria. Grupos como Turbellaria, Nemertea, Phoronida e Stomatopoda também compuseram o meroplâncton, porém em menor representatividade. A densidade do meroplâncton foi registrada entre 5 e 843 ind./m^3 nas estações de coleta. Nas estações rasas, localizadas sobre o banco de Abrolhos, houve maior densidade média meroplanctônica (> 300 ind./m^3) do que nas estações oceânicas de maior profundidade. A maioria dos táxons mostrou densidade máxima nas estações rasas localizadas sobre o banco de Abrolhos, enquanto larvas de Cirripedia e Cnidaria mostraram um padrão distinto. Assim, Cirripedia teve maiores densidades próximo à borda leste do banco na isóbata de 100 metros, e Cnidaria foi o único táxon que teve as maiores densidades nas estações oceânicas de maior profundidade.

Ainda nesses estudos, Koettker (2013) e Koettker e Lopes (2013) destacam as larvas Decapoda Brachyura registradas na área em questão. Esses organismos não foram registrados nas estações de coleta mais distantes do banco e sua densidade foi nitidamente maior nas estações localizadas sobre o banco de Abrolhos, de menor profundidade. Assim, sua densidade variou de menos de 1 ind./10 m^3 nas estações na região oceânica para 459 ind./10m^3 nas estações sobre o banco de Abrolhos. As larvas Decapoda Brachyura foram compostas por oito famílias. Portunidae e Leucosiidae foram as mais representativas, sendo identificadas em todas as estações rasas e em algumas estações oceânicas. Essas famílias foram seguidas por Majoidae, Calappidae, Parthenopidae, Xanthoidea, Pinnotheridae e Pilumnidae na área de estudo. Os pesquisadores registraram 10 morfotipos representantes de algumas dessas famílias, sendo Mithracidae spp (Majoidea), *Acantholobulus schmitti, Panopeus* sp., Panopeidae sp.1 e *Hexapanopeus* representantes de Xanthoidea, Leucosiidae sp.1 (Leucosiidae), *Pinnixa sayana* (Pinnotheridae), *Callinectes* spp e *Portunus* sp. representantes de Portunidae.

A alta densidade observada para a comunidade meroplanctônica nas estações rasas, localizadas sobre o banco de Abrolhos pode indicar a importância da fauna coralínea e da presença de rodolitos no local atuando como fonte de organismos meroplanctônicos. Foram observados, também, mecanismos de retenção que podem compensar a perda de estoque de larvas pelágicas para o oceano aberto. Na região de estudo, a hidrodinâmica somada à topografia local pode ajudar no transporte larval e na conectividade entre *habitats* adequados para seu assentamento.

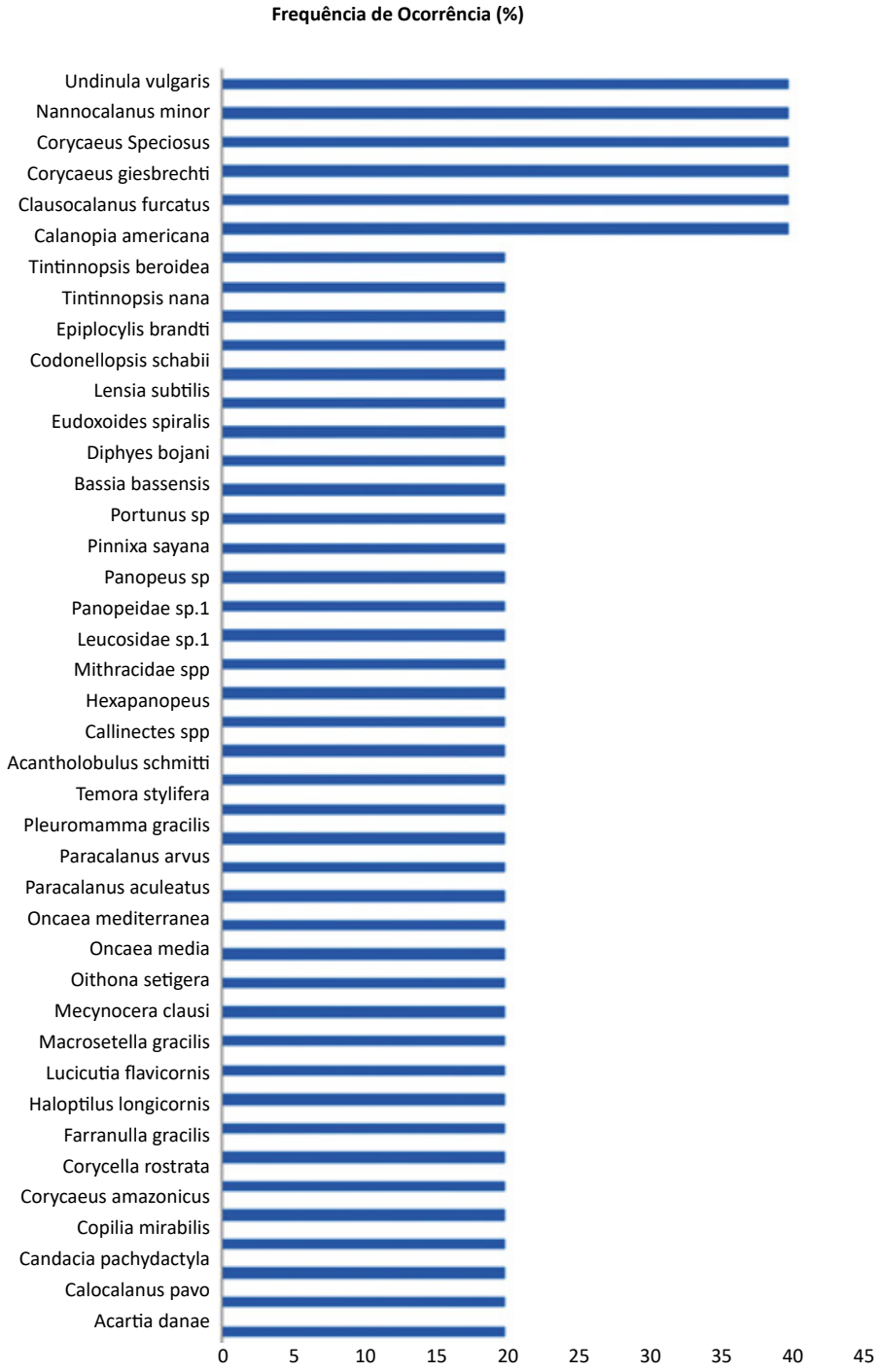
Koettker e Lopes (2013) realizaram uma extensa pesquisa sobre a comunidade meroplanctônica do banco de Abrolhos e área oceânica adjacente, comparando seus dados com outros estudos da comunidade em questão. Destacaram a necessidade de esforços sobre o tema para confirmar o padrão de distribuição espacial das larvas pelágicas de invertebrados bentônicos e do padrão de dispersão das larvas de caranguejo, para melhor entendimento da hidrodinâmica e do comportamento larval atuando sobre o padrão de dispersão dos organismos em regiões tropicais do Atlântico Sudoeste.

Outros trabalhos foram realizados na região do banco de Abrolhos, porém enfatizando grupos específicos do zooplâncton, como os tintinídeos e os sifonóforos. Assim, Costa et al. (2015) estudaram os tintinídeos durante fevereiro de 2012 (verão) e encontraram as espécies dominantes *Codonellopsis schabii, Epiplocylis brandti, Tintinnopsis nana* e *T. beroidea*. A composição de Tintinnida se deu por espécies neríticas próximo à costa e por espécies cosmopolitas e associadas às águas quentes nas estações distantes da costa, sendo que o principal fator limitante para o padrão de distribuição da comunidade de tintinídeos foi a distância da costa com gradiente acentuado do continente ao oceano.

Já sobre a comunidade de Siphonophora, esta foi estudada ao longo da costa na altura da cidade de Cabo Frio até a região de Abrolhos entre julho e setembro de 1984, por Nogueira e Oliveira (1991). Esses autores apontam a biomassa zooplanctônica variando entre 0,01 a 1,70 mL/m^3, sendo que a maior biomassa foi registrada nas estações próximo da costa do Rio de Janeiro entre Cabo Frio e a foz do rio Paraíba do Sul, e a menor se deu mais ao norte, próximo da região de Abrolhos. Nesse estudo foram encontradas 21 espécies de sifonóforos (*Agalma okeni, Halistemma rubrum, Hippopodius hippopus, Sulculeolaria quadrivalvis, S. chuni, Diphyes bojani, Lensia conoidea, L. hunter, L. campanella, L. cossack, L. hotspur, L. subtilis, L. meteori, Muggiaea cocki, Challophyes appendiculata, Eudoxoides mitra, E. spiralis, Ceratocymba leuckartii, Abylopsis tetragona, A. eschscholtzii e Bassia bassensis*), sendo duas da subordem Physonectae e as demais da subordem Calycophorae. As espécies mais frequentes de sifonóforos foram *Eudoxoides spiralis, Diphyes bojani, Bassia bassensis* e *Lensia subtilis.* A distribuição espacial dessa comunidade depende de fatores hidrobiológicos, sendo que os calicófaros foram mais abundantes sob a influência da AT da Corrente do Brasil na região de estudo.

Considerando as espécies mais representativas dos estudos acima, a sua frequência de ocorrência foi calculada e observou-se que espécies de Copepoda, o grupo mais abundante, apresentaram as maiores frequências na área de estudo. Assim, *Undinula vulgaris, Nannocalanus minor, Corycaeus speciosos, C. giesbrechti, Clausocalanus furcatus* e *Calanopia americana* foram as mais frequentes, com 40% de ocorrência entre os trabalhos encontrados sobre o tema (Figura 101).

Figura 101 – Frequência de ocorrência (%) para as espécies mais representativas nos estudos do zooplâncton para a região do banco de Abrolhos.



2.6 QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

Os sedimentos vêm sendo muito estudados ao longo dos últimos anos devido à sua enorme capacidade de adsorção de espécies orgânicas e inorgânicas na superfície mineral, que faz com que funcionem como repositórios de diversos contaminantes. As plataformas continentais são o depósito final de grande parte dos produtos oriundos do continente, seja por fontes naturais de intemperismo ou por emissões antrópicas, funcionando como um importante compartimento para entender a história do planeta e reconstituir as condições ambientais passadas e atuais (HUTHNANCE, 1987; DYER; HUNTLEY, 1999). Dessa forma, a quantidade e a qualidade das partículas sedimentares ali existentes refletem as condições de sua formação (BLOCKLEY et al., 2014).

A disponibilização continental e a dinâmica deposicional dos sedimentos levam ao enriquecimento de determinados elementos químicos (BIONDI et al., 2011). Os primeiros centímetros dos depósitos sedimentares nas plataformas continentais representam uma zona de intensa troca mineralógica e química. As partículas que se depositam subsequentemente são enterradas nos estratos mais profundos do fundo marinho, formando a assinatura geoquímica do ambiente (BERNER, 1981).

Os elementos químicos que estão incorporados à estrutura cristalina do sedimento são chamados de residuais e os que estão adsorvidos, precipitados e complexados são classificados como não residuais (CLARK, 1997). A fase não residual pode incluir íons fracamente adsorvidos (fração trocável), que são íons associados a carbonatos, a óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, matéria orgânica e sulfetos. O equilíbrio das espécies associadas à superfície mineral depende das condições físico-químicas do meio, onde qualquer alteração facilita os processos de dessorção e solubilização dos elementos químicos, tornando-os biodisponíveis (BASÍLIO, 2005). Nesse caso, a extração seletiva permite identificar os elementos associados às diferentes fases do sedimento, viabilizando o entendimento da biodisponibilidade e mobilidade química nesse compartimento (DAS; AL-MIKHLAFI; KAUR, 2006).

A legislação brasileira não possui critérios específicos para níveis de contaminantes em sedimentos integrantes dos ecossistemas aquáticos, por isso a mensuração dos elementos presentes nesses compartimentos tem sido avaliada em relação às resoluções do CONAMA relativas à gestão de sedimentos dragados. A remoção e disposição final dos sedimentos dragados representam uma parte importante em todo o gerenciamento hídrico, assim o CONAMA, através da Resolução nº 454/2012, estabelece diretrizes e procedimentos referenciais para o gerenciamento do material dragado em águas brasileiras. O objetivo é subsidiar e harmonizar a atuação dos órgãos ambientais no licenciamento ambiental das atividades de dragagem, definindo os locais para disposição final a partir dos níveis de contaminação dos sedimentos.

2.6.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Para a abrangência espacial da pesquisa bibliográfica, considerou-se toda a zona costeira do estado do Espírito Santo e de parte do sul do estado da Bahia, visto a possibilidade de alterações na qualidade dos sedimentos tanto na região costeira localizada a norte quanto a sul da foz do rio Doce, decorrentes do desastre em estudo. Também, devido à possibilidade de chegada da pluma de rejeitos até o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, inclui-se na pesquisa a região do banco de Abrolhos.

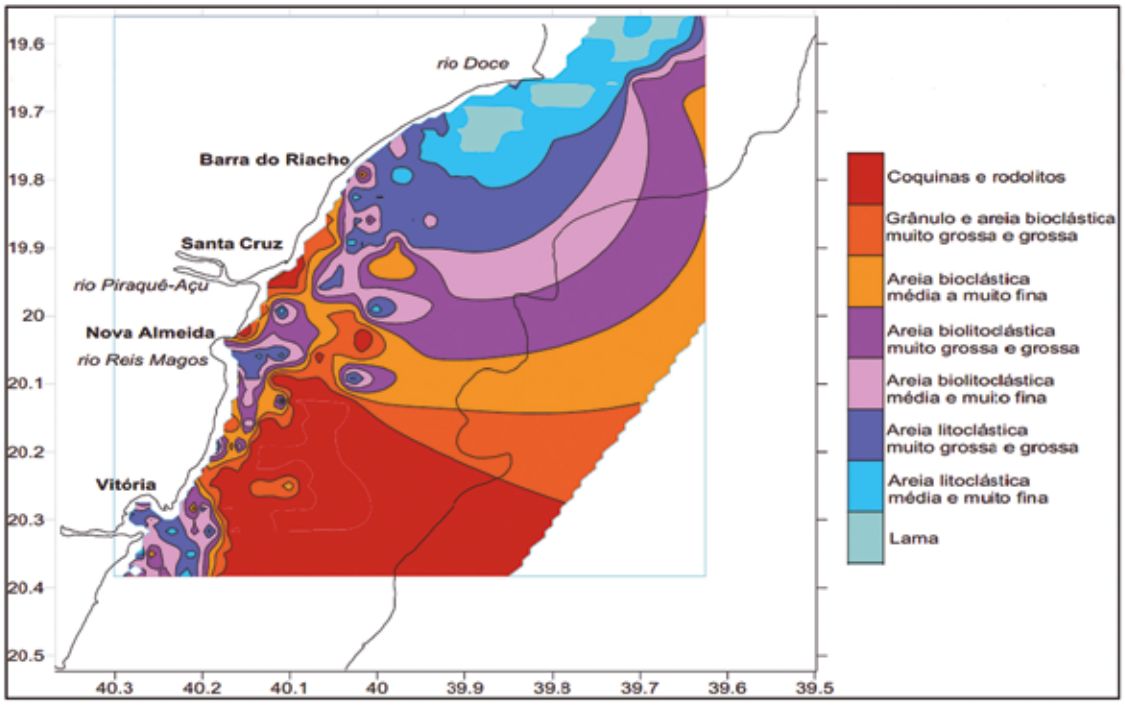
2.6.2 METODOLOGIA

A metodologia para avaliação da qualidade dos sedimentos da foz do rio Doce e região marinha adjacente foi baseada em pesquisas bibliográficas sistematizadas, semelhante ao realizado para os sedimentos estuarinos, melhor detalhado no item 3.1.5.2. Essa pesquisa envolveu diversos passos e a aplicação de filtros para a seleção dos estudos que apresentassem dados confiáveis e relevantes para a discussão do tema abordado neste capítulo.

2.6.2.1 Pesquisa bibliográfica e avaliação dos dados

De acordo com Algadermis (2010), sobre a composição mineralógica dos sedimentos, a plataforma continental na região em estudo é recoberta principalmente por sedimentos carbonáticos, com teores de $CaCO_3$ superiores a 75%. A região é rica em bioclastos, que são caracterizados como fragmentos esqueletais de natureza biomineral, inteiro ou fragmentado, não necessariamente articulado, com tamanho maior que 2 mm, e de composição química característica, que pode permitir o registro de atividades de agentes físicos, químicos e/ou biológicos, atuantes desde a morte do organismo até seu soterramento (DAMAZIO, 2004 apud DAMAZIO; SILVA, 2006). São, portanto, fragmentos de fósseis diversos, ou mesmo fósseis completos de vegetais e animais. Entre os tipos de grão, os bioclastos são os mais abundantes no Fanerozoico, sendo que representam a parte predominante de alguns calcários. Os sedimentos terrígenos, compostos por areias e lamas, aparecem nas adjacências da foz dos rios São Mateus, Doce e Itaúnas. Outro tipo de sedimento presente nessa região é o litoclasto. Segundo Rejeirs e Hsü (1986), litoclasto é um fragmento de rocha pretérita incorporado na matriz de uma rocha sedimentar, sendo comumente utilizado para designar fragmentos de rocha carbonática. A Figura **102** apresenta o mapa faciológico (granulometria dos sedimentos) na região adjacente à foz do rio Doce.

Figura 102 – Mapa faciológico da região dos estudos.



Fonte: Albino (2003 apud PORTOCEL, 2008).

Na distribuição granulométrica, na região mais próximo à foz do rio Doce, há principalmente depósitos de materiais litoclásticos médio e muito fino intercalados por lama. Próximo a Vitória/ES há a presença de areia litoclástica biolitoclástica. Segundo Albino (2003 apud PORTOCEL, 2008), a quantidade de sedimento de bioclásticos pode ser explicado pelo aporte marinho, onde acontecem os terraços de abrasão e que favorecem a fixação e produção de organismos carbonáticos.

Embora a qualidade de sedimentos tenha influência direta na qualidade do ambiente marinho, não existe uma base de dados de monitoramentos contínuos de órgãos ambientais ou outras instituições públicas quanto à avaliação da qualidade do sedimento marinho. Alguns empreendimentos são obrigados legalmente a conduzir um estudo da qualidade dos sedimentos marinhos, quando isso eventualmente ocorre, normalmente o monitoramento é realizado apenas na fase de implantação ou para estudos específicos. Normalmente esses estudos estão relacionados à dragagem ou a problemas de excessos de hidrossedimentológicos, como erosões costeiras, que possam afetar a operação do empreendimento. Dessa forma, para o estabelecimento da linha-base, descrita neste relatório, foram utilizados documentos produzidos em estudos acadêmicos e em estudos para fins de licenciamento ambiental.

Neste relatório serão apresentados os resultados dos seguintes estudos: Algadermis (2010); Aguiar et al. (2014); CEPEMAR (2006b, 2011a); Mirlean et al. (2012); Ecology Brasil e Econservation (2013); Portocel (2008, 2010); CPMAIS (2015); CTA (2009); PETROBRAS (2011); Netto (2008); e Silva (2008).

Como os estudos não utilizaram a mesma malha amostral e possuem metodologias diferentes, os resultados serão apresentados separadamente. As variáveis que continham uma série de dados mais robusta e que eram mais representativas no sentido de estarem presentes na lama e no rejeito da Samarco foram agrupadas e avaliadas por trecho afetado, para a avaliação da distribuição espacial dos dados.

Os resultados das análises foram comparados à Resolução CONAMA nº 454/2012, que estabelece valores orientadores para a qualidade do sedimento representada em função da concentração de contaminantes, com vistas à proteção da vida aquática. Foi baseada nos valores estabelecidos pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 2002) para arsênio, metais pesados e compostos orgânicos. De acordo com essa resolução (BRASIL, 2012), existem dois níveis de limiares:

- **Nível 1 –** limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- **Nível 2 –** limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

2.6.3 RESULTADOS

Neste item serão apresentados os resultados dos estudos consultados da zona costeira e marinha adjacentes à foz do rio Doce. Da mesma forma que para os sedimentos fluviais e estuarinos, os dados levantados para sedimentos costeiros foram obtidos de estudos de universidades e estudos necessários ao licenciamento de empreendimentos, tais como os estudos de impacto ambiental. Foram selecionados os estudos que apresentavam a base de dados necessária para o diagnóstico mais completo e com a localização mais próxima à zona costeira adjacente à foz do rio Doce. A Figura 103 apresenta a localização dos locais de amostragem dos estudos selecionados.

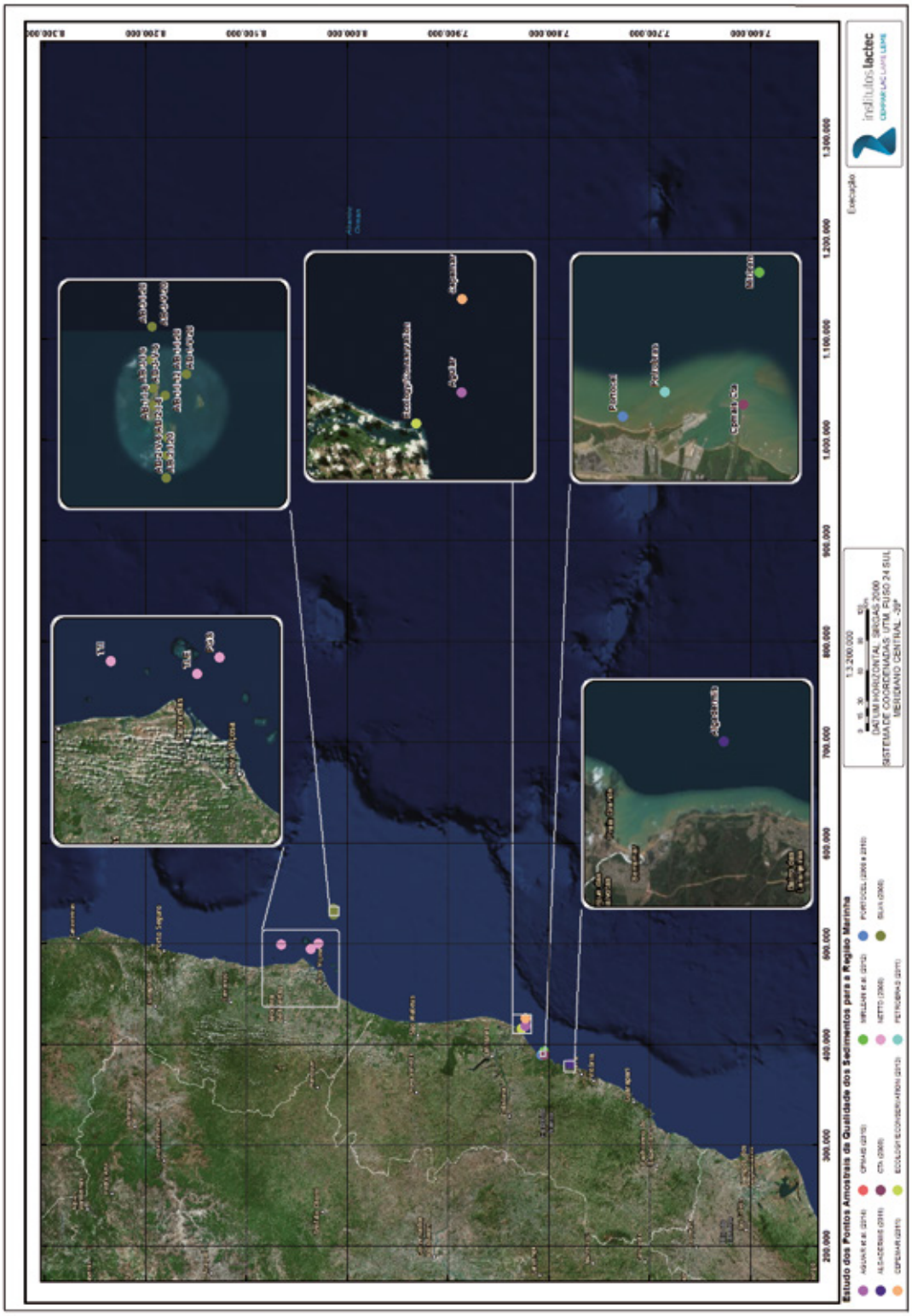


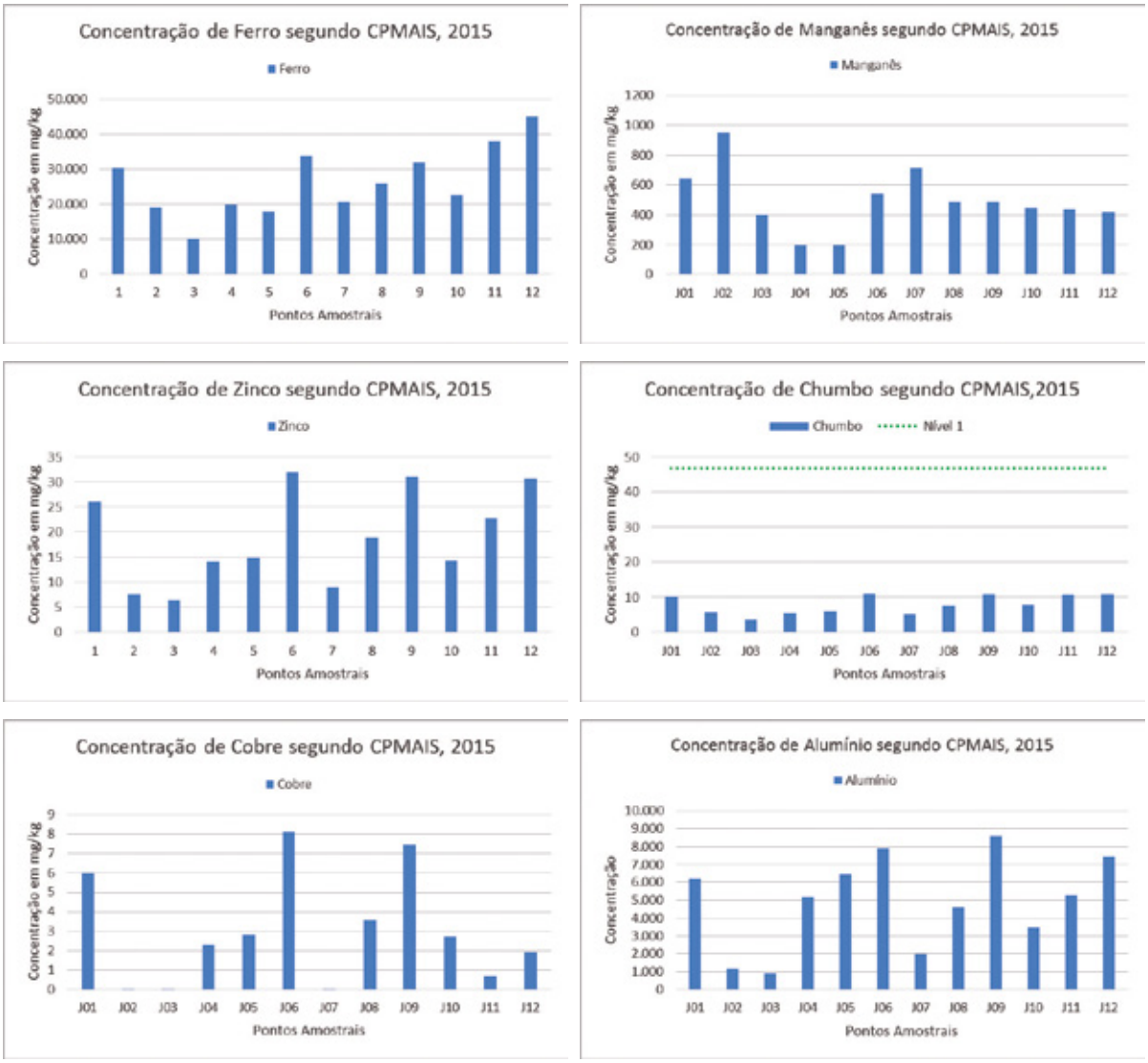
Figura 103 – Localização dos locais de amostragem dos estudos selecionados.

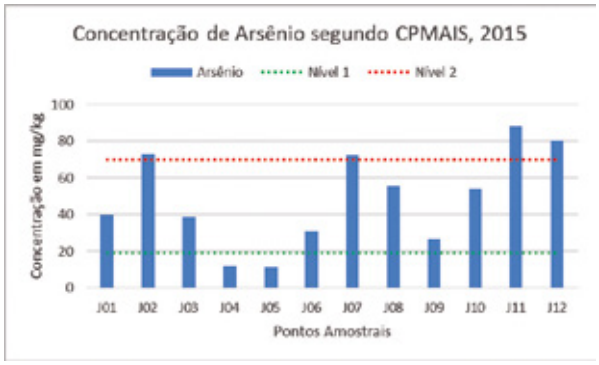
2.6.3.1 15ª Campanha de Monitoramento Marinho do Estaleiro Jurong Aracruz (CPMAIS, 2015)

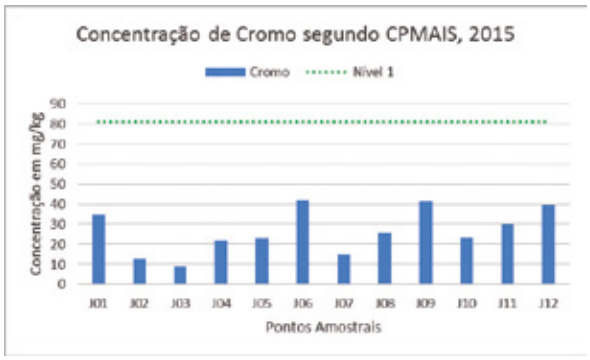
A empresa CPMAIS foi contratada para o monitoramento marinho do Estaleiro Jurong Aracruz a partir do ano de 2013, anteriormente realizado pela empresa CTA Meio Ambiente. O trabalho analisado compreende a campanha realizada em dezembro de 2014, tendo como objetivo identificar a composição geoquímica dos sedimentos para os seguintes elementos: ferro, manganês, zinco, chumbo, cobre, alumínio, arsênio, cromo e mercúrio.

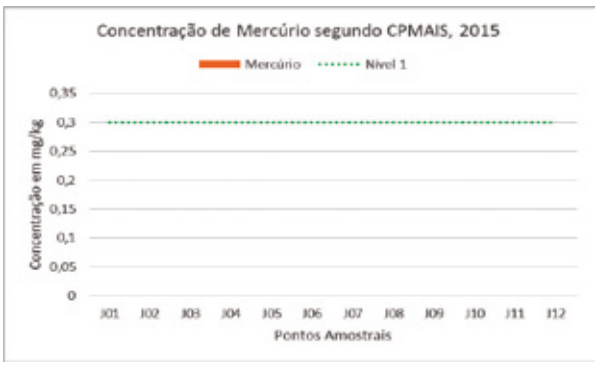
Nas campanhas que contêm as amostras J01 até J12, realizada entre os dias 09 e 10 de dezembro de 2014, foi observado que 50% dos valores de arsênio se encontravam acima no Nível 1, enquanto 33,33% estavam acima do Nível 2. Na média das campanhas realizadas entre junho de 2011 e setembro de 2014, 75% das amostras apresentavam concentração de arsênio acima do Nível 1 e 16,66% acima do Nível 2. Os demais metais não excederam os níveis de concentração estabelecidos.

Figura 104 – Concentrações dos metais analisados no monitoramento realizado por CPMAIS.









Fonte: Modificada de CPMAIS (2015).

2.6.3.2 Resultados de Aguiar et al. (2014)

Os autores utilizaram métodos geoestatísticos para avaliar as diferenças entre a geoquímica de metais no sedimento marinho na costa brasileira nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Espírito Santo.

Tabela 13 – Resultados de concentração de metais.

Metal	Ceará*	Rio Grande do Norte*	Espírito Santo*	Nível 1	Nível 2
Fe (mg/kg)	1.250	1.330	35.948	-	-
Mn (mg/kg)	42	26	1.003	-	-
Al (mg/kg)	1.389	2.854	28.058	-	-
Cr (mg/kg)	5,3	8,0	60	81,0	370
Ni (mg/kg)	6,0	0,9	26	20,9	51,6
Cu (mg/kg)	0,9	0,5	17	34	270
Zn (mg/kg)	2,5	1,5	58	150	410
Pb (mg/kg)	6,0	1,5	11	46,7	218

Fonte: Aguiar et al. (2014).

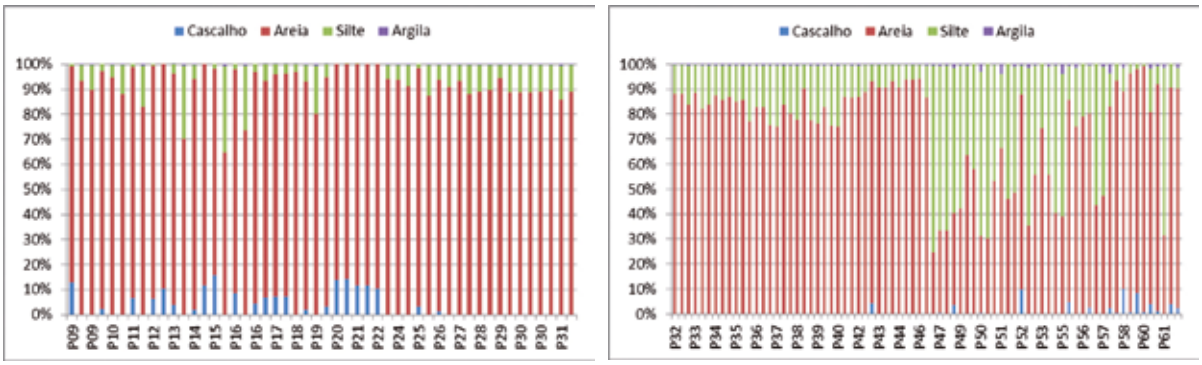
Conforme pode ser observado na Tabela 13, a concentração quantificada dos metais que apresentam valores orientadores de Nível 1 e Nível 2 foi mais baixa do que esses valores. A concentração de todos os metais encontrados no Espírito Santo é mais elevada do que as concentrações encontradas no Ceará e no Rio Grande do Norte, destacando-se as concentrações de ferro, magnésio e alumínio.

2.6.3.3 Estudo de Impacto Ambiental Mineroduto Morro do Pilar (ECOLOGY BRASIL; ECONSERVATION, 2013b)

O Mineroduto Morro do Pilar, gerido pela mineradora Manabi, teve seu Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado pelas empresas Ecology Brasil e Econservation no ano de 2013. O estudo teve como objetivo analisar os possíveis impactos da implantação de um mineroduto com 511 km de extensão total (do município de Morro do Pilar/MG até Linhares/ES), além da construção de um futuro porto na região costeira do município de Linhares/ES. Esse mineroduto, na maior parte de sua extensão, acompanha o rio Doce, o que torna esse estudo de grande relevância para o presente relatório.

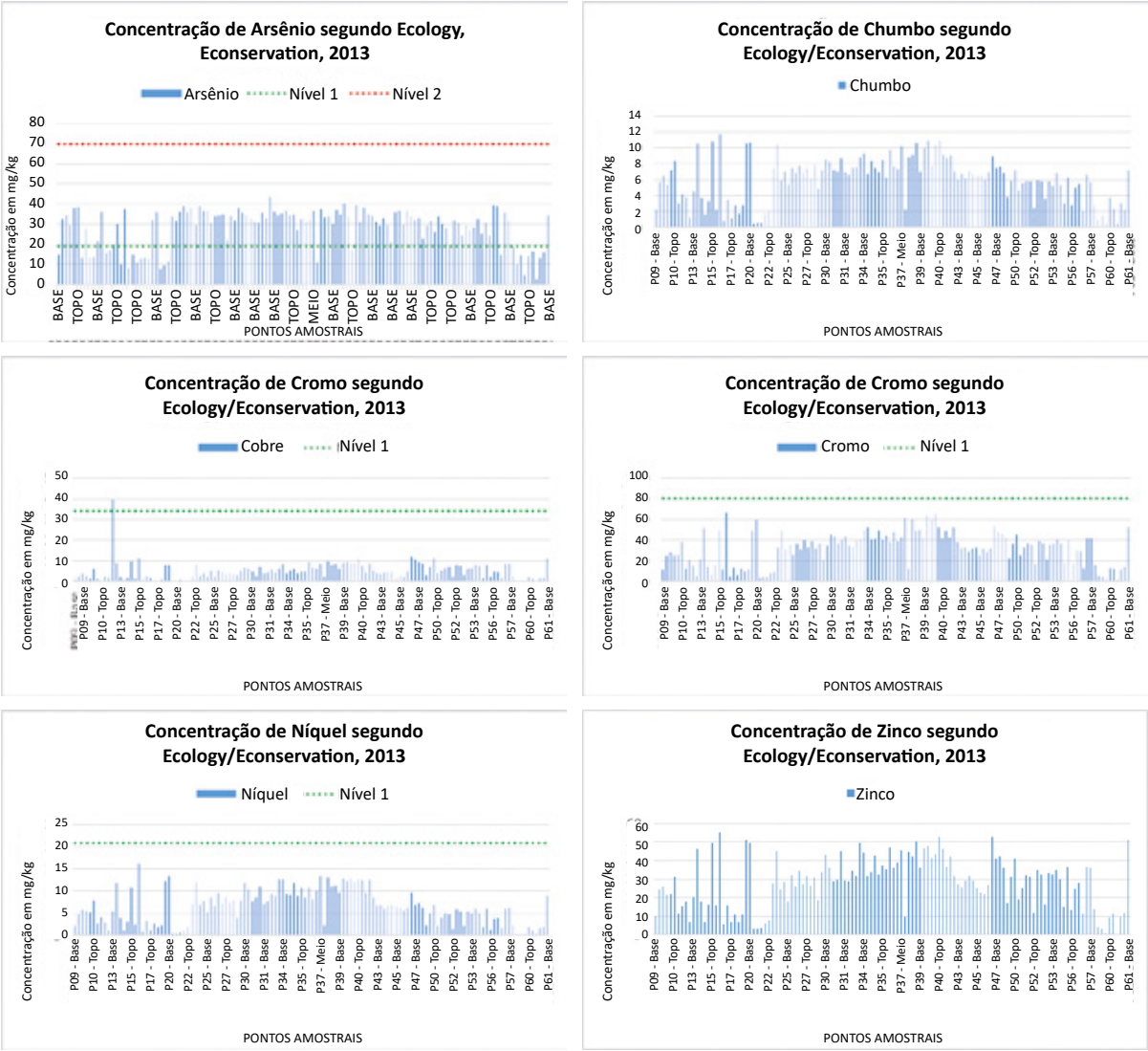
Os sedimentos analisados foram coletados na região de construção do porto. Foram coletadas amostras em 61 pontos diferentes na área de dragagem e bota-fora. Foram analisadas as porções granulométricas (Figura 105) e a composição geoquímica dos sedimentos para os seguintes metais: arsênio, chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco (Figura 106). Os locais de coleta foram cerca de 20 km ao norte da foz do rio Doce. Foi verificada uma predominância de grânulos arenosos na maioria das amostras coletadas, sendo que para a área de bota-fora não foram feitas análises granulométricas.

Figura 105 – Análise granulométrica dos sedimentos amostrados (%).



Fonte: Modificada de Ecology Brasil e Econservation (2013b).

Figura 106 – Resultados analíticos provenientes das análises de metais.



Fonte: Modificada de Ecology Brasil e Econservation (2013b).

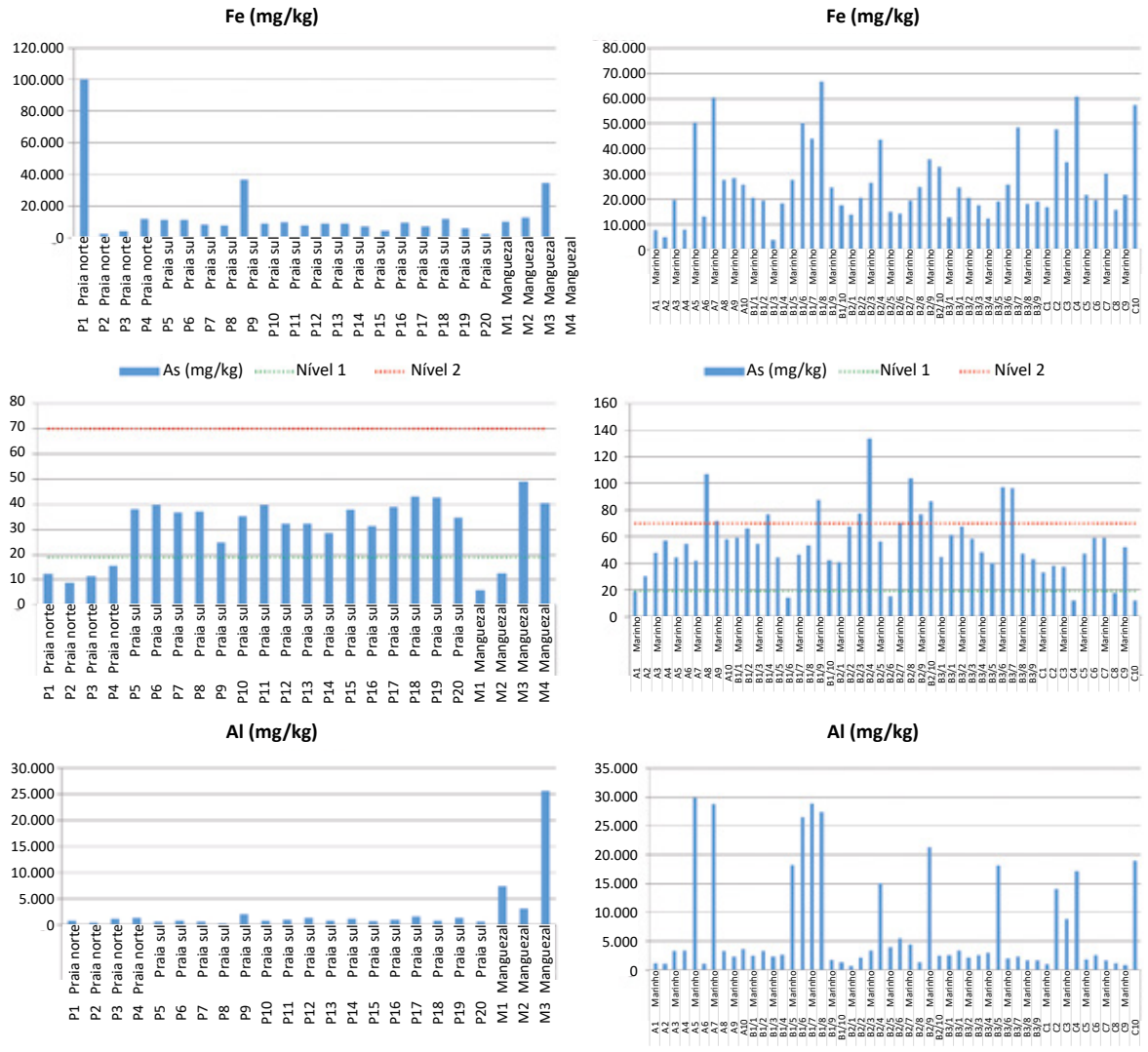
Como pode ser observado na Figura 106, o elemento arsênio foi o único que apresentou valores acima do Nível 1 na maioria dos pontos amostrados. O elemento cobre ultrapassou o Nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 454/2012 apenas no ponto P13, na amostra coletada na base.

2.6.3.4 Enriquecimento de arsênio em sedimentos costeiros nos subtrópicos brasileiros (MIRLEAN et al., 2012)

Os autores apresentaram no artigo os resultados de coletas realizadas ao longo da costa da região de barra do Riacho (Aracruz/ES), no período de abril a junho de 2008. Foram realizadas um total de 76 coletas, sendo que 20 foram feitas nas praias, 4 em áreas de mangue e 52 coletas em sedimentos de fundo na plataforma continental. Foram analisados os sedimentos para os parâmetros de alumínio, arsênio e ferro, assim como as análises granulométricas das amostras. Essas análises foram realizadas nas amostras coletadas nas áreas de praia norte, praia sul, manguezal e em ambiente marinho.

Na região da praia norte foram realizadas 4 coletas, sendo que as concentrações de metais estavam todas abaixo do Nível 1 estabelecido pela Resolução CONAMA nº 454/2012. Na praia sul, todas as 16 amostras coletadas apresentavam concentrações de arsênio acima do Nível 1. Nas amostras coletadas no manguezal, das 4 amostras, 2 delas apresentaram valores de arsênio acima do Nível 1. Na região marinha, das 50 coletas realizadas, 64% apresentavam valores de arsênio acima do Nível 1, sendo que 24% estavam acima do Nível 2. Para as concentrações de ferro e alumínio não há um nível estabelecido por essa resolução.

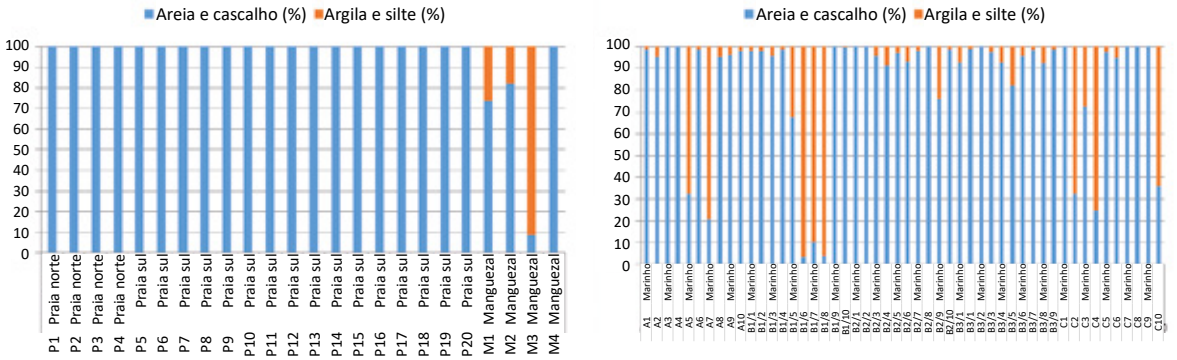
Figura 107 – Concentrações dos metais analisados por Mirlean et al. (2012) na barra do Riacho.



Fonte: Modificada de Mirlean et al. (2012).

Quanto à granulometria, tanto na praia norte quanto na praia sul, o material encontrado era totalmente composto por areia e cascalho, e para a área de manguezal e marinha havia uma predominância desse mesmo material.

Figura 108 – Composição granulométrica das amostras analisadas.

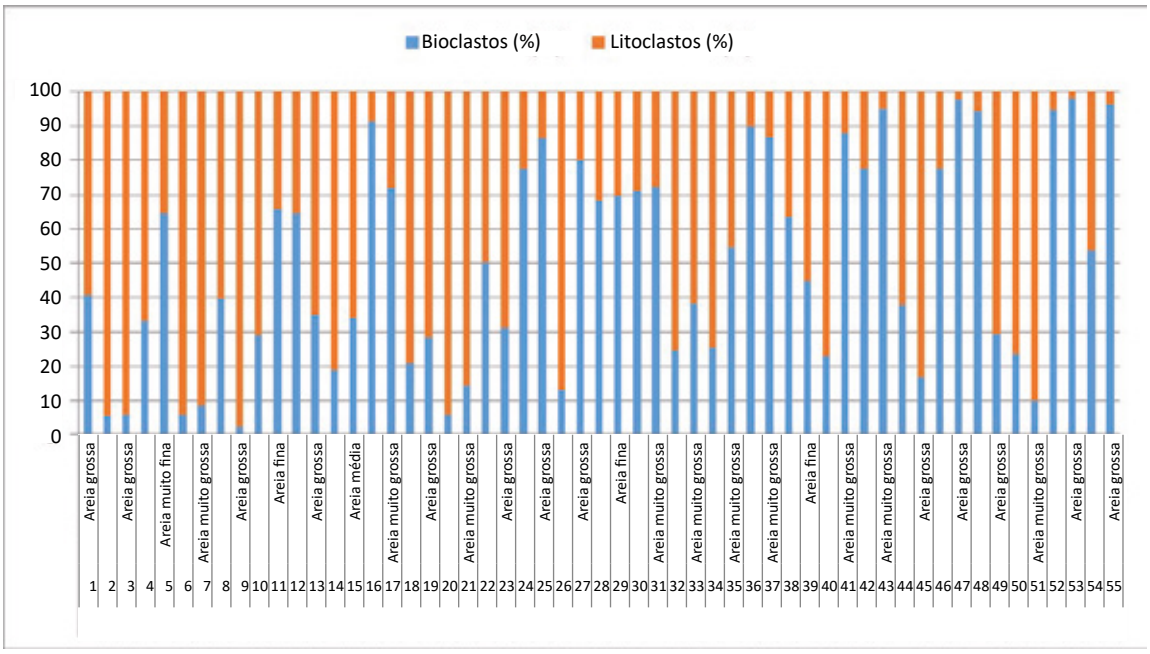


Fonte: Modificada de Mirlean et al. (2012).

2.6.3.5 Estudo de Impacto Ambiental Algadermis (2010)

A empresa Algadermis publicou o EIA para a atividade de extração de sedimento biodetrítico marinho em suas jazidas no litoral do Espírito Santo. Os resultados mais importantes desse estudo para a caracterização de sedimentos é a granulometria predominante e sua respectiva origem (bioclastos e litoclastos), apresentada na Figura 109.

Figura 109 – Granulometria dos pontos amostrados.



Fonte: Modificada de Algadermis (2010).

Como pode ser observado na Figura 109, as areias grossa e muito grossa são predominantes na região estudada. A distribuição de litoclastos e bioclastos é bastante variada, com cerca de 50% de dominância de cada tipo.

2.6.3.6 Monitoramento do efluente líquido da Fibria no ecossistema marinho (CEPEMAR, 2011a)

A empresa CEPEMAR foi contratada para realizar o programa de monitoramento na área costeira de influência do efluente líquido na região do entorno do emissário da fábrica Fibria Celulose S.A., na cidade de Aracruz/ES. A região de estudo se caracteriza pela presença de um complexo portuário e industrial (Portocel e Fibria Celulose), além de uma pequena área urbana (Barra do Riacho) situada no estuário do rio Riacho. Para análise de determinação do teor de carbonato ($CaCO_3$), a campanha de amostragem ocorreu no dia 17 de agosto de 2011, no período de inverno.

Para o monitoramento dos sedimentos de substrato inconsolidado foram feitas amostragens aleatoriamente em seis estações por área, sendo coletada em cada ponto uma amostra com uma draga do tipo *Van veen* em aço inox. A quantificação dos teores de carbonato foi realizada através da dissolução com HCl, os teores determinados pela diferença dos pesos inicial e final e os sedimentos foram divididos segundo a classificação proposta por Larsonneur (1977), como mostrado na Tabela 14.

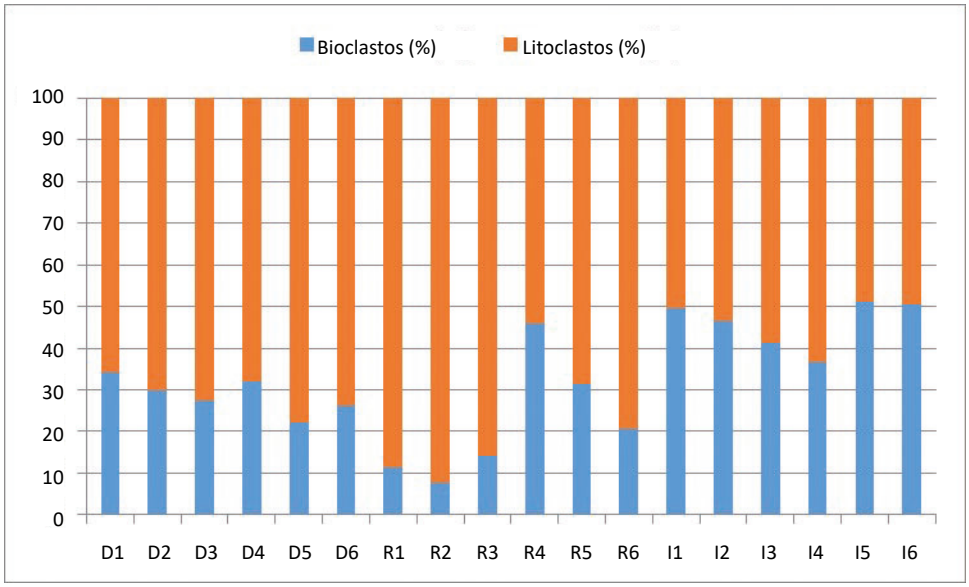
Tabela 14 – Classificação da composição do sedimento por teor de carbonato.

Principais Divisões	% de Carbonato
Sedimento Litoclástico	≤ 30%
Sedimento Litobioclástico	> 30% ≤ 50%
Sedimento Biolitoclástico	> 50% ≤ 70%
Sedimento Bioclástico	> 70%

Fonte: Larsounner (1977).

Na Figura **110**, são apresentados os resultados das análises de teores de bioclastos e litoclastos nos sedimentos.

Figura 110 – Teores de bioclastos e litoclastos.



Fonte: Modificada de CEPEMAR (2011a).

Como pode ser observado na Figura **110**, os litoclastos são dominantes na maioria dos pontos analisados, porém com uma parcela representativa de bioclastos.

Para a análise de ecotoxicologia, foram realizados ensaios com as matrizes de sedimento total, sendo utilizado o organismo copépode bentônico do gênero Nitokra sp., seguindo a metodologia adotada por Zaroni e Sousa (2006) e Vitali (2007), que consistiu na exposição de 10 fêmeas ovadas às amostras do sedimento por um período de 10 dias. A expressão dos resultados se deu em nível qualitativo, em que foi apresentado se a amostra é tóxica ou não tóxica, e os resultados são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Resultados dos testes crônicos com copépoda Nitokra sp.

Estações	Teste Crônico (*Nitokra* sp.*)
R1	Tóxico
R2	Tóxico
R3	Tóxico
R4	Tóxico
R5	Estimulante
R6	Tóxico
I1	Tóxico
I2	Tóxico
I3	Tóxico
I4	Tóxico
I5	Não Tóxico
I6	Não Tóxico
D1	Tóxico
D2	Tóxico
D3	Tóxico
D4	Tóxico
D5	Tóxico
D6	Tóxico

Fonte: Modificada de CEPEMAR (2011a).

Os resultados obtidos pela análise apresentaram toxicidade na maioria das estações monitoradas.

2.6.3.7 Estudo de impacto ambiental para o gasoduto Sul-Norte Capixaba (PETROBRAS, 2011)

O estudo foi realizado com o objetivo de analisar os impactos ambientais da implantação de um gasoduto na região da borda da plataforma continental do estado do Espírito Santo. O gasoduto tem um comprimento de aproximadamente 150 km, tendo sua extensão do sul do estado até a região de Linhares, próximo à foz do rio Doce. O gasoduto se localiza na borda da plataforma continental, aproximadamente 20 km da costa.

Para efeitos deste relatório, foram utilizados apenas os resultados retirados da porção norte do gasoduto, uma vez que é a região de interesse deste estudo (Tabela 16). No estudo não foram disponibilizados os valores brutos das concentrações de metais, somente as médias dos pontos amostrados para alumínio, bário, cádmio, chumbo, cobre, ferro, mercúrio, níquel e zinco.

Tabela 16 – Parâmetros estatísticos dos metais em sedimentos da região costeira norte estudada na bacia do Espírito Santo.

Metais (mg/kg)	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Nível 1	Nível 2
Al	12.819	18.167,0	2.719	64.020	-	-
Ba	20,2	2,9	17,8	23,4	-	-
Cd	1,3	0,5	0,5	2,3	1,2	7,2
Pb	21,3	10,7	5,2	46,8	46,7	218
Cu	11,3	4,9	2,8	22,1	34	270
Cr	163,2	209,4	3,6	876,5	81	370
Fe	25.256	10.132	10.000	47.720	-	-
Hg	0,5	0,0	0,5	0,5	0,3	1,0
Ni	188,6	137,8	5,3	558,9	20,9	51,6
Zn	17,5	14,8	6,4	53,1	150	410

Fonte: Modificada de Petrobras (2011).

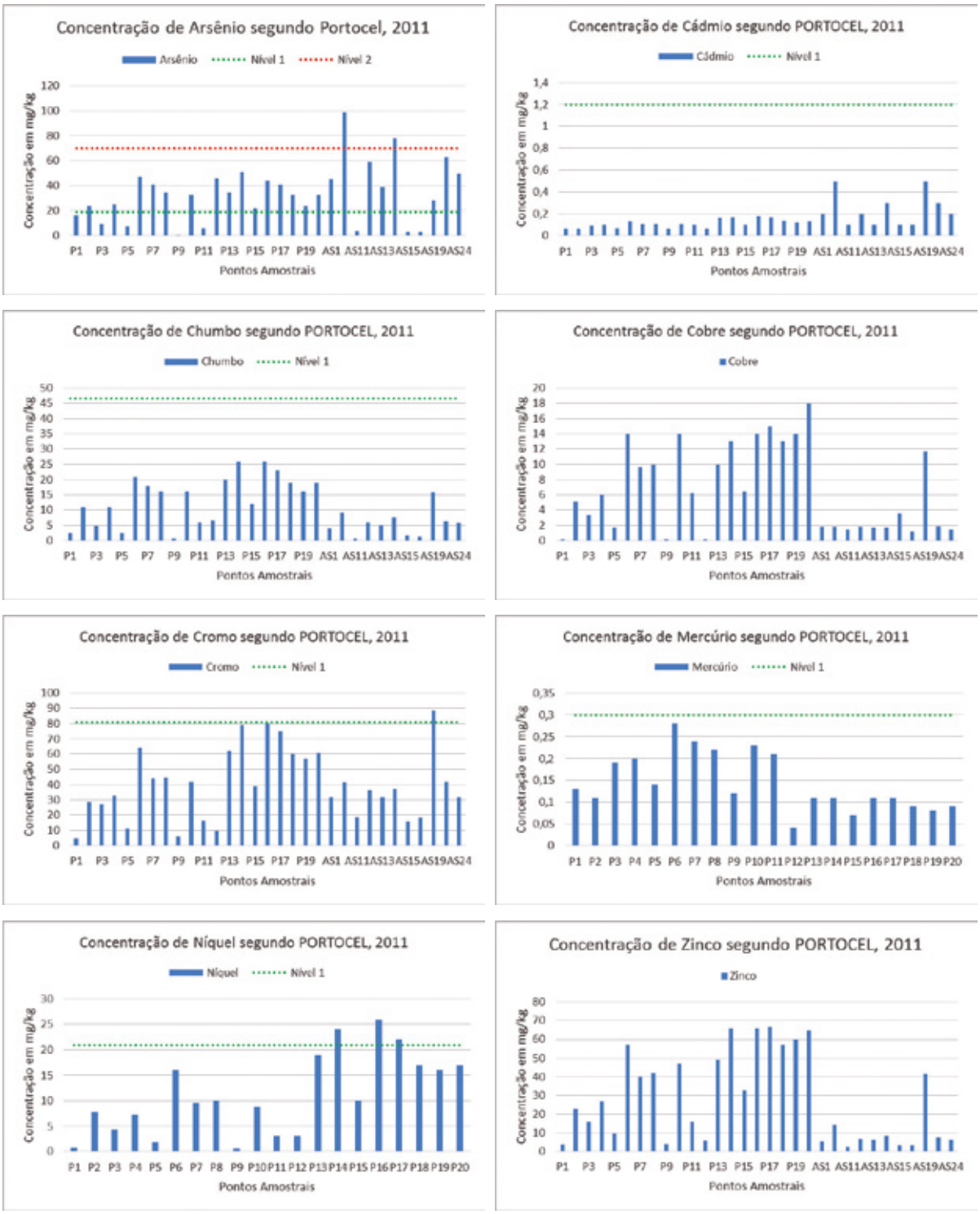
Como já observado anteriormente em outros estudos, as concentrações de ferro e alumínio são de ordem de grandeza elevada se comparadas com as dos outros metais. Porém, como não há limites em legislações para esses elementos, estudos mais aprofundados seriam necessários para se identificar se essas concentrações altas têm algum efeito causador de desequilíbrio na região.

Para os valores médios encontrados na região oceânica norte não foram verificados valores de concentração significativos acima do Nível 1 ou 2, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012 para águas salinas. Quando analisados os valores da região costeira norte, as concentrações de cádmio, cromo e mercúrio se encontravam acima do Nível 1, sendo que o níquel apresentou valores acima do Nível 2. Os demais metais foram quantificados abaixo do Nível 1.

2.6.3.8 Relatório de Controle Ambiental (RCA): dragagem de manutenção das áreas navegáveis do Terminal Especializado de Barra do Riacho (PORTOCEL, 2010)

De forma similar ao estudo anterior, esse relatório teve o objetivo de analisar os impactos ambientais da manutenção das áreas de dragagem e das áreas de bota-fora do Terminal Especializado de Barra do Riacho (Portocel). Os resultados incluem dados das análises geoquímicas dos sedimentos de fundo para os seguintes parâmetros: arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco (Figura 111). Os pontos com o prefixo AS estão localizados na mesma área que os pontos de amostragem do estudo realizado por Portocel (2008), ou seja, na área de bota-fora dos sedimentos a serem dragados em uma campanha posterior.

Figura 111 – Concentrações dos metais analisados na Barra do Riacho.



Fonte: Modificada de Portocel (2010).

Para todos os locais, excluindo as áreas de bota-fora, foram realizadas 20 coletas. Para os valores de arsênio, foi verificado que 75% das amostras apresentavam concentrações acima do Nível 1. O elemento níquel apresentou 15% das amostras com concentração acima do Nível 1. Nenhum elemento apresentou valores acima do Nível 2 nessa coleta e os demais metais mostraram concentrações abaixo do Nível 1.

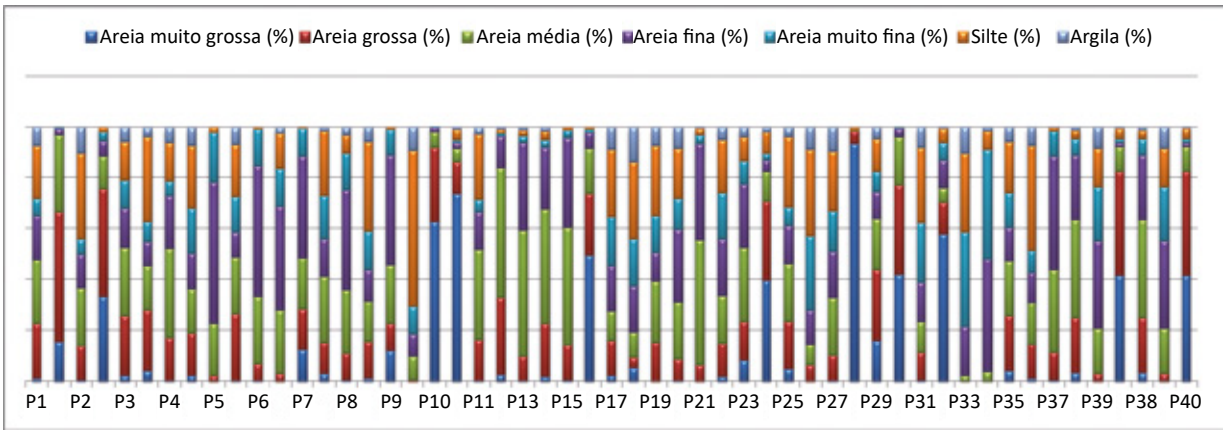
Na área de bota-fora, foram feitas 11 coletas, sendo que 54% das amostras de arsênio apresentaram concentrações acima do Nível 1 e 18% acima do Nível 2. Para o cromo, somente 9% dos resultados estavam acima do Nível 1, sendo que para os metais restantes os valores se encontraram abaixo do Nível 1.

2.6.3.9 Estudo de impacto ambiental Estaleiro Jurong Aracruz (CTA, 2009)

O EIA desse empreendimento foi realizado pela empresa CTA Meio Ambiente no ano de 2009, com o objetivo de instalação de um estaleiro na região de Barra do Riacho (Aracruz/ES), ao sul da foz do rio Doce. Importante destacar que estudos nessas áreas mais ao sul da foz do rio Doce também são relevantes devido aos efeitos das correntes de deriva litorânea e também ao fato de que os ventos predominantemente ao longo do ano sopram na direção sudoeste, conforme explícito em Albino (1999) e Martin, Suguio e Flexor (1993), denominados de ventos alísios.

Foram obtidos resultados para a granulometria dos sedimentos da área (Figura 112) e também composição geoquímica para os seguintes parâmetros: arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco (Figura **113**). Como pode ser observado na Figura 112, a fração predominante foi areia na maioria dos pontos amostrados. Em alguns poucos pontos, a predominância foi de silte.

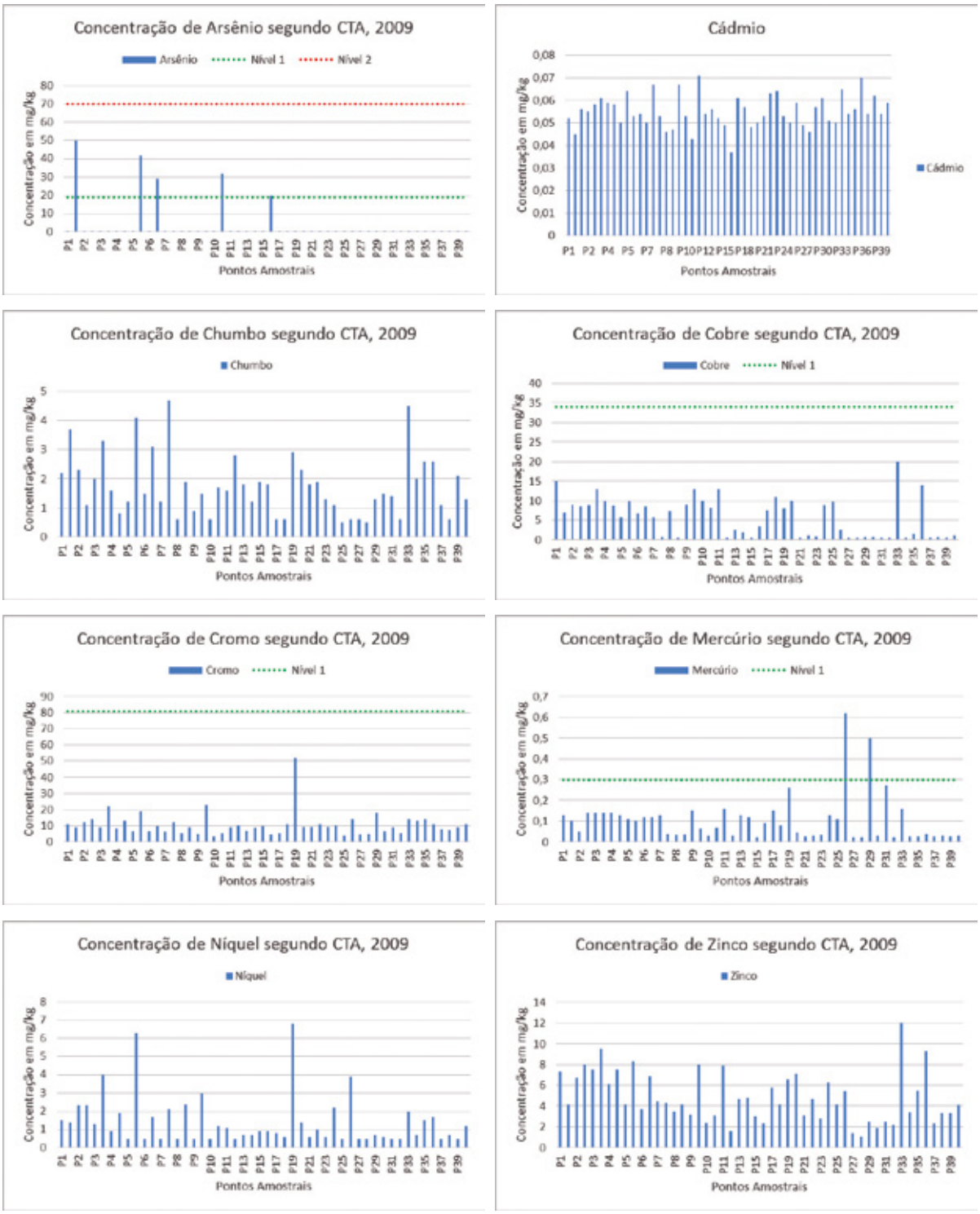
Figura 112 – Resultados de granulometria.



Fonte: Modificada de CTA (2009).

Para as concentrações de metais, somente o arsênio e o mercúrio apresentaram valores acima no Nível 1, sendo 5% e 12,5% dos valores, respectivamente. Para os demais metais, as concentrações detectadas estavam abaixo do Nível 1.

Figura 113 – Concentrações de metais observadas no EIA do CTA (2009).

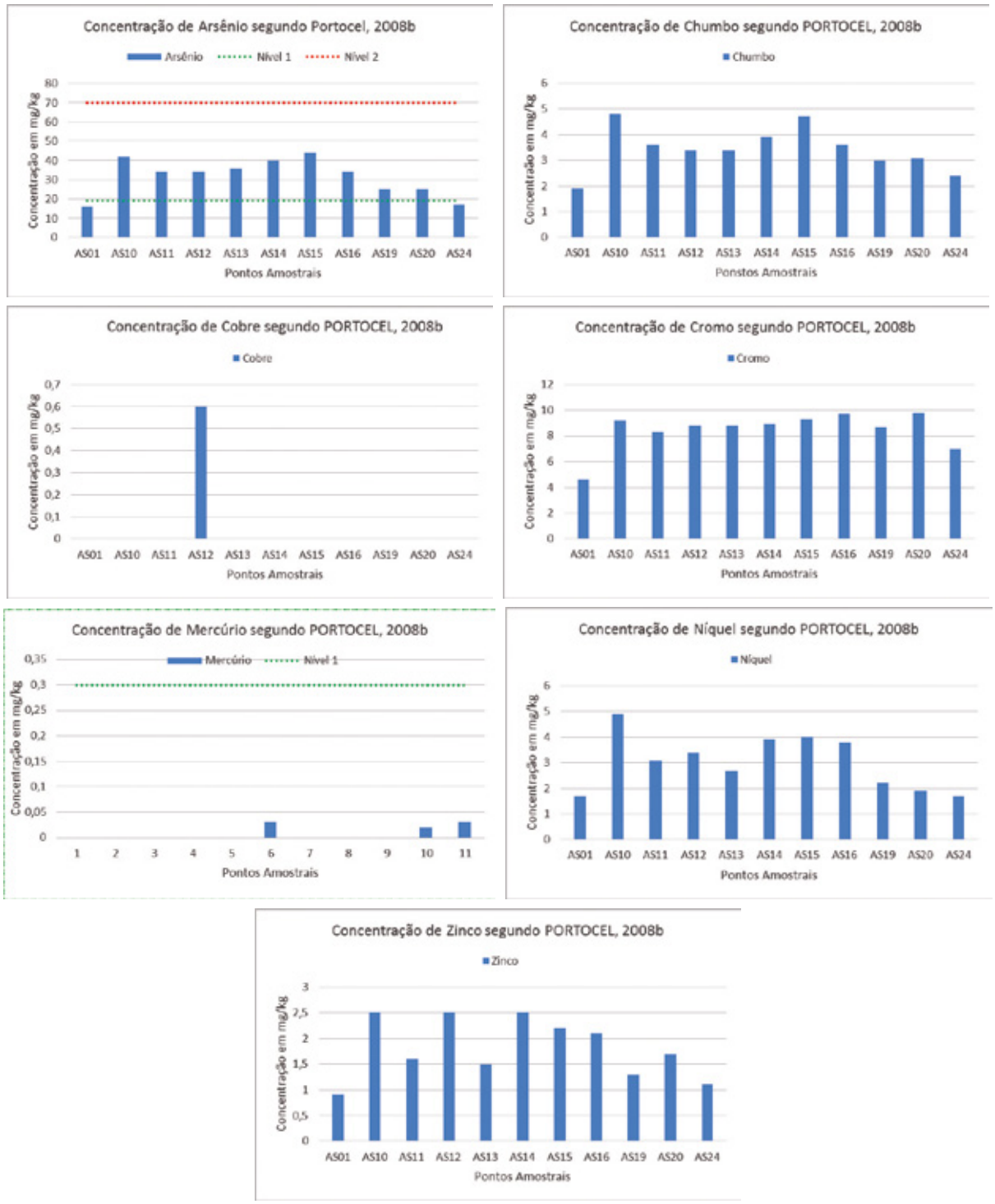


Fonte: Modificada de CTA (2009).

2.6.3.10 Relatório de monitoramento da dragagem da Portocel – Campanha Pré-Operacional (PORTOCEL, 2008)

Este foi um estudo realizado pelas empresas Portocel e CEPEMAR no ano de 2008 para analisar as condições em que se encontram as áreas afetadas pelo Terminal Especializado de Barra do Riacho (Aracruz/ES), no intuito de se viabilizar áreas de dragagem de sedimentos na área portuária e tentar minimizar os riscos à navegação no local. Os resultados incluem as análises para os seguintes parâmetros: arsênio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco (Figura **114**).

Figura 114 – Concentrações observadas de metais no monitoramento da dragagem no Terminal Barra do Riacho.



Fonte: Modificada de Portocel (2008).

Somente o arsênio apresentou concentrações acima do Nível 1. Para os demais metais, todas as concentrações se encontraram abaixo do Nível 1 (9 das 11 amostras).

2.6.3.11 Projeto de expansão do Terminal Especializado de Barra do Riacho – Portocel (CEPEMAR, 2006a)

Este estudo de impacto ambiental teve como finalidade analisar o material a ser dragado na prospecção de expansão do Portocel – Terminal Especializado de Barra do Riacho em 2006. Três pontos de amostragem foram levados em consideração. A Tabela 17 apresenta os resultados da concentração dos metais analisados nesse estudo.

Tabela 17 – Resultados da concentração de metais dos pontos amostrados.

Pontos	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Nível 1	19	1,2	46,7	34	81	0,3	20,9	150
Nível 2	70	7,2	218	270	370	1,0	51,6	410
Estação 01	N.D.	0,489	4,28	4,07	14,8	N.D.	2,72	15
Estação 02	N.D.	0,547	5,04	3,72	14,9	N.D.	3,21	17
Estação 03	N.D.	0,499	5,43	4,84	19,6	N.D.	4,21	20,9

Fonte: Modificada de CEPEMAR (2006a).

Quanto às concentrações dos metais, estas não foram significativas se comparadas com as encontradas em outros estudos, além disso, nenhuma ultrapassou os níveis estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012 para águas salinas. A concentração de arsênio nas amostras foi inferior ao limite de detecção, embora este seja um dos elementos mais presentes na região, conforme observado nos outros estudos citados nesse EIA.

2.6.3.12 Região do banco de Abrolhos

A região de Abrolhos, entre o sul do estado da Bahia e o norte do Espírito Santo, compreende uma expansão da plataforma continental de até 200 km, cobrindo aproximadamente 56.000 km^2, incluindo o banco Royal Charlotte e o banco de Abrolhos (CASTRO; PIRES, 2001; LEÃO; KIKUCHI; TESTA, 2003), estendendo-se desde a foz do rio Jequitinhonha (15°50’ de latitude sul) até a foz do rio Doce (19°40’ de latitude sul). A profundidade média ao longo do banco é de aproximadamente 30 metros e todos os recifes conhecidos estão localizados a uma distância entre 5 e 65 km da linha de costa (CASTRO; PIRES, 2001; DUTRA; KIKUCHI; LEÃO, 2006).

Entre as maiores profundidades da foz do rio Doce e as áreas da região da depressão de Abrolhos, podem ser encontradas áreas cobertas por areia e algumas áreas de lama (MELO; SUMMERHAYES; ELLIS, 1975). Esse padrão indica um gradiente transicional na distribuição do sedimento superficial entre a região costeira, plataforma interna, intermediária e externa da região de Abrolhos: os sedimentos siliciclásticos são predominantes ao longo da região costeira e as plataformas intermediária e externa são compostas predominantemente por sedimentos carbonáticos, ressaltando que esse tipo de sedimento também é encontrado em abundância no entorno dos recifes (LEÃO, 1982; LEÃO; GINSBURG, 1997; LEÃO et al., 2006; LEÃO; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008). Nas bases dos recifes há um predomínio de areia

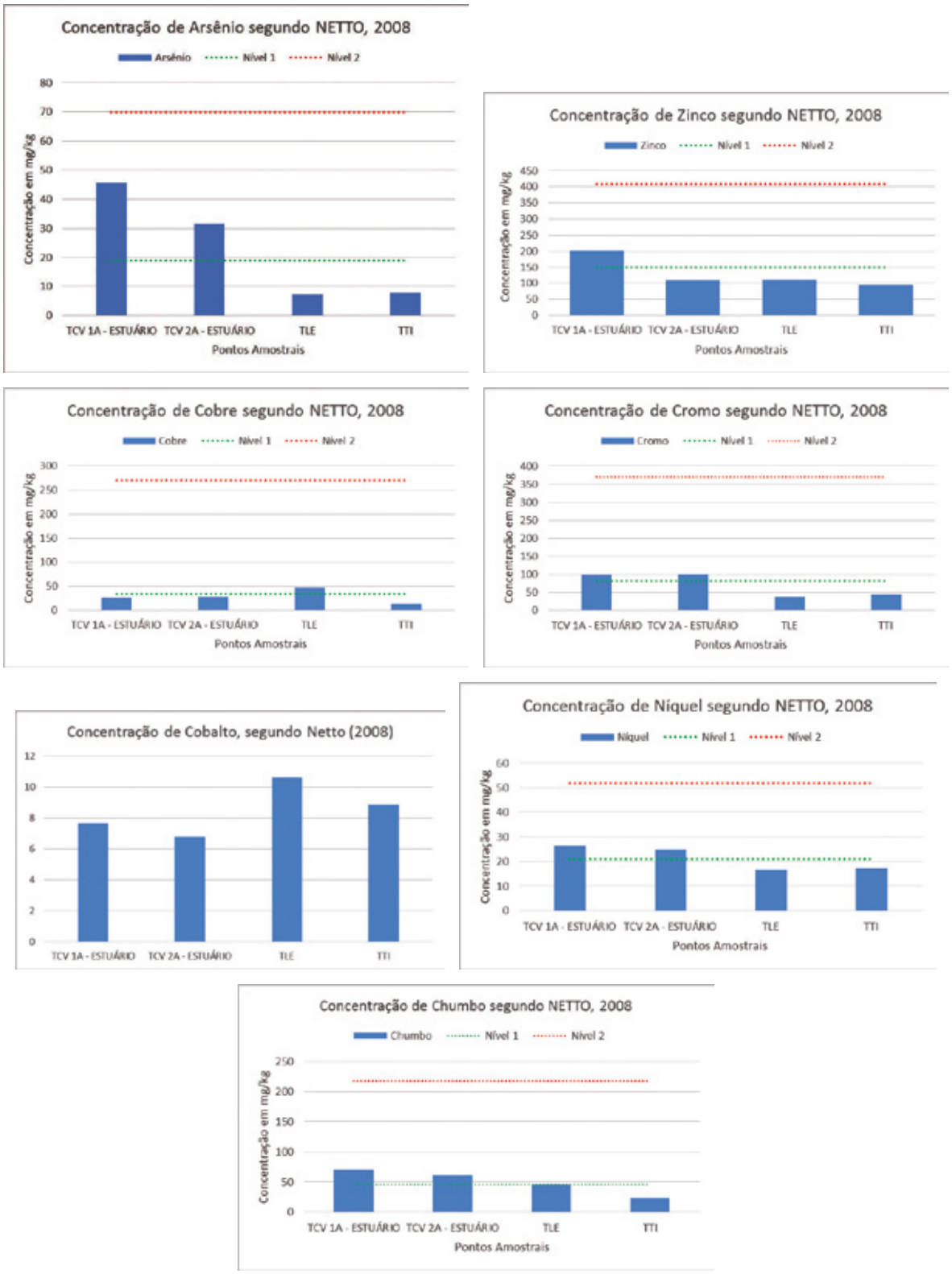
e lama carbonática resultante da quebra de estruturas carbonáticas, incluindo fragmentos de corais, mileporas e algas coralinas, sendo que, em menor predominância, o material carbonático é oriundo da produção *in situ* de vários organismos associados aos recifes, destacando-se fragmentos de moluscos, equinodermos, foraminíferos, ostracodes e Halimeda (LEÃO; GINSBURG, 1997; LEÃO; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008). Segundo D'Agostini et al. (2015), trata-se de uma plataforma de sedimentação mista, com componentes carbonáticos e siliciclásticos que foram originados, depositados e retrabalhados de acordo com as variações relativas do nível do mar e também por processos hidrodinâmicos locais.

Dutra, Kikuchi e Leão (2006) mostraram que a deposição de níveis de sedimentos mais finos é mais alta nos recifes mais próximos à costa, o que pode indicar uma maior influência do aporte continental nesses recifes. Segundo os autores, os níveis mais altos de acumulação de sedimento nos recifes de Abrolhos ocorrem no mês de outubro, após o inverno, devido à predominância de ventos do quadrante sul e também à maior incidência de chuvas, que fazem com que ocorra um maior aporte de sedimentos pelos rios da região. O acúmulo de sedimentos no topo dos recifes de corais é considerado impactante para o desenvolvimento e manutenção da biodiversidade dos corais. Dutra, Kikuchi e Leão (2006) encontraram relações inversamente proporcionais entre a taxa de acúmulo de sedimento e parâmetros bióticos, como: percentual de cobertura viva de corais e diâmetro médio de colônias de alguns tipos de corais.

Netto (2008), com o objetivo de reconstruir o processo de uso e ocupação do solo da zona costeira do sul da Bahia, com influência do complexo recifal de Abrolhos, realizou análises sedimentológicas e mineralógicas com testemunhos. Os resultados observados indicam que os sedimentos que aportam na zona costeira ficam confinados ao banco de Caravelas, situado a profundidades inferiores a 10 metros, e posteriormente com a atuação de fatores hidrológicos e meteorológicos essa carga sedimentar é deslocada para sudoeste.

Os resultados indicam que, de uma maneira geral, no que tange aos metais pesados encontrados ao longo das colunas testemunhadas, os valores médios encontram-se dentro do estabelecido entre o nível de referência e o nível de alerta, estabelecidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 454/2012. Algumas amostras, no entanto, apresentaram valores acima dos níveis de alerta com o arsênio nos testemunhos TCV 1A e TCV 2A – área estuarina –, e acima dos valores de alerta com o cromo, cobre, níquel e chumbo.

Figura 115 – Concentrações de metais observadas na área de estudo.

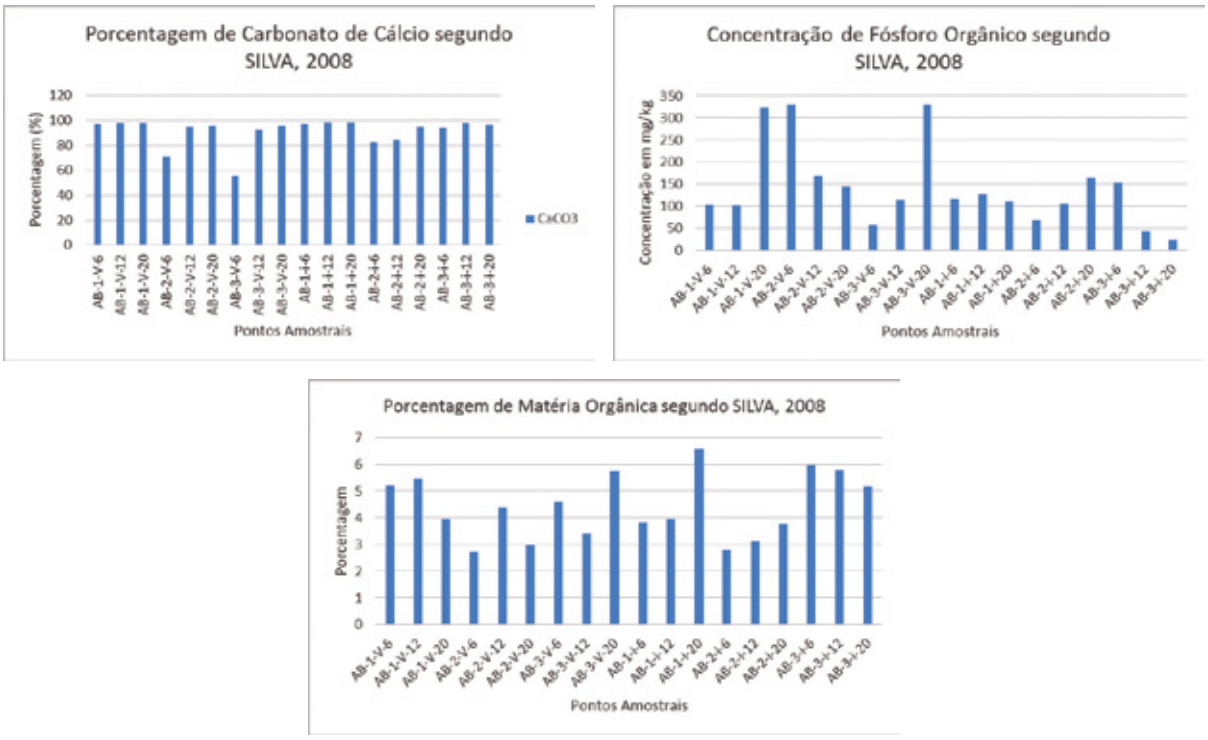


Fonte: Modificada de Netto (2008).

Silva (2008), em seu trabalho de avaliação da saúde ambiental dos ecossistemas recifais de Abrolhos e Porto Seguro no estado da Bahia, realizou um total de 54 amostras de sedimento superficial. A distribuição do tamanho do grão mostrou a predominância de areia média muito bem selecionada, de acordo com a classificação estabelecida na Resolução CONAMA nº 454/2012, na maioria das estações, tanto no verão quanto no inverno. Entretanto, observou uma mudança da classe granulométrica entre as estações do ano, com a predominância de areia média durante o inverno em praticamente todas as estações de coleta, provavelmente causada por um maior hidrodinamismo que impede a deposição ou a permanência de partículas finas no sedimento. Em relação à mineralogia, de uma forma geral, os maiores valores relacionam-se à calcita e à aragonita para todas as estações, tanto no verão quanto no inverno, evidenciando a ausência de influência de aporte continental.

Para as porcentagens de carbonato de cálcio, fósforo e matéria orgânica, observou variação do fósforo orgânico e da matéria orgânica entre as estações amostrais.

Figura 116 – Concentrações de carbonato de cálcio, fósforo orgânico e matéria orgânica observadas na área de estudo.



Fonte: Modificada de Silva (2008).

2.7 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Estudos sobre a fauna bêntica são extremamente necessários pela elevada importância ecológica e econômica.

Os invertebrados bênticos são responsáveis pela transformação da matéria orgânica animal e vegetal em detritos. Através das atividades mecânicas de alimentação e escavação, os detritos tornam-se disponíveis para outros organismos em geral. Também são responsáveis pela aeração e incorporação

de matéria orgânica nos solos por meio da bioturbação. Além do mais, são considerados fundamentais na cadeia trófica de peixes, aves e mamíferos.

As comunidades de organismos bênticos podem ser divididas levando em consideração o tipo de substrato explorado pelos animais. Os organismos bênticos de fundos inconsolidados são animais que podem ser encontrados em ambientes costeiros, como estuários, manguezais, marismas, bancos não vegetados, praias e em regiões marinhas mais profundas compostas basicamente por sedimentos que podem ser carregados pela ação da energia local, como areia, silte e argila. Já os animais que utilizam os ambientes cujos substratos são imóveis, como recifes de corais, algas calcárias e costões rochosos, são considerados bentos de fundos duros ou consolidados.

A distribuição dos organismos nos ambientes é influenciada pelo tempo de exposição à dessecação, tipo de substrato, marés e correntes marinhas, iluminação, temperatura, salinidade, oxigênio, competição e disponibilidade de alimento (ALONGI, 1989).

Nas últimas décadas, a fauna bêntica de fundos inconsolidados pôde ser utilizada como indicadora de qualidade de água, funcionando como importante mecanismo de monitoramento de áreas naturais, com relevante interesse ecológico e econômico.

Populações de macroinvertebrados bênticos têm sido utilizadas como indicadores biológicos de regiões impactadas em águas costeiras e estuarinas, e algumas espécies recomendadas como "espécie-chave" para avaliação da qualidade das condições das águas em geral (KENNISH, 1986).

O uso dos organismos é realizado com a avaliação da maneira como estes ocupam um *habitat* em função das suas exigências ambientais.

Os animais bênticos apresentam uma série de características que os tornam particularmente úteis em avaliações de efeitos de impactos antrópicos sobre ecossistemas aquáticos. Apresentam grande diversidade de formas de vida e de *habitats*, podendo ser encontrados em todos os tipos de ambientes marinhos; possuem mobilidade limitada, fazendo que sua presença ou ausência esteja intimamente associada às alterações das condições do *habitat*; as comunidades são compostas de muitas espécies, gerando consequentemente ampla variedade de respostas aos estresses ambientais; e alguns táxons apresentam ciclo de vida longo, o que possibilita a somatória temporal dos efeitos antrópicos. Qualquer alteração nas condições ambientais se refletirá nas estruturas das comunidades que ali habitam.

Outro aspecto importante a ressaltar é que bentos apresentam uma grande importância, seja nas teias alimentares marinhas, como fonte de alimento para recursos pesqueiros pelágicos e demersais, ou como recursos vivos com importância econômica (LAVRADO; IGNÁCIO, 2006).

2.7.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Toda a zona costeira do Espírito Santo e o banco de Abrolhos foram a área de abrangência considerada para o levantamento bibliográfico e confecção da seção de caracterização da fauna bêntica do fundo marinho.

2.7.2 METODOLOGIA

Para o levantamento das informações sobre a diversidade biológica dos bentos marinhos da região costeira do Espírito Santo, foram realizadas buscas em vários meios de divulgação científica e referências bibliográficas para a confecção das listas de espécies bênticas de fundos inconsolidados citadas para o Espírito Santo. O levantamento bibliográfico teve como objetivo principal identificar o conhecimento existente da fauna bêntica do ambiente marinho, visando dar suporte para futuras comparações com os resultados gerados no diagnóstico ambiental.

Embora tenham sido feitas buscas de literaturas nos principais meios de divulgação científica, alguns estudos podem não ter sido incluídos na apresentação das referências bibliográficas. Novas informações podem ser inseridas na comparação e discussão com os dados levantados no diagnóstico.

Os seguintes meios de divulgação foram utilizados:

1) Levantamento de artigos publicados em revistas científicas. Para a busca foi utilizado o Google Acadêmico, SciELO livros, *sites* de revistas regionais, nacionais e internacionais com publicações de artigos em ambientes marinhos e zoologia;
2) Bases de dados de bibliotecas das principais universidades: base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFES e na base de dados do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo;
3) Livros científicos e publicações regionais; trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado de cursos de graduação e pós-graduação no estado do Espírito Santo e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações;
4) Sistema de Informação do Projeto Taxonline;
5) Avaliação da produção científica através do Currículo Lattes dos pesquisadores do Espírito Santo;
6) Relatório Técnicos.

2.7.3 RESULTADOS

2.7.3.1 Bentos de fundos inconsolidados

2.7.3.1.1 Bentos de fundos inconsolidados rasos

A caracterização dos bentos da porção continental marinha do Espírito Santo tem sido levantada e descrita basicamente através dos relatórios técnicos. Vários programas ambientais têm sido desenvolvidos junto ao processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos, tais como gasodutos e estaleiros instalados na costa do estado.

No relatório da Petrobras (2011), foi elaborado um diagnóstico com a compilação dos resultados apresentados nos relatórios técnicos realizados nas áreas rasas litorâneas dos municípios de Linhares e Aracruz (BIODINÂMICA, 2000, 2007; CEPEMAR, 2004a, 2006c, 2008, 2009a), litoral da Grande Vitória (CEPEMAR, 2009a, 2010b) e litoral sul dos municípios de Guarari e Anchieta (EQUILIBRUIM, 2001,

2002a, 2002b, 2002c; CEPEMAR, 2004a; UFES, 2007*)*. No estudo, foram apresentados dados quali e quantitativos da foz do rio Doce, região costeira da barra do Riacho e da Grande Vitória.

Segundo os autores, dados qualitativos da região costeira do litoral norte próximo à foz do rio Doce mostram uma fauna bentônica de baixa diversidade, sendo dominada por espécies de substrato inconsolidado, resistentes aos altos níveis de sedimentação provocados pela descarga do rio Doce. A malacofauna da região é constituída de espécies típicas de fundos inconsolidados com alto hidrodinamismo. Bivalves, como *Tivella mactroides*, *Tivella isabellana* e *Mactra iheringi*, são seus principais componentes. Próximo à zona de arrebentação, foi encontrado *Donax hanleyanus*, mas em baixas densidades, provavelmente devido ao *stress* halino, causado pela descarga do rio Doce. Entre os gastrópodes, presentes em quantidades significativas, estão *Olivancillaria vesica* e *Polinices hepaticus*, predadores de bivalves e *Tonna galea*, predador de equinodermos, como a bolacha-da-praia (*Mellita* sp.) e a estrela-do-mar (*Atropecten* sp.), também encontrados na região (BIODINÂMICA, 2000).

Na região costeira de barra do Riacho (BIODINÂMICA, 2007), foram encontrados 95 táxons, sendo que poucas espécies dominaram a fauna encontrada, principalmente a espécie de Annelida (Polychaeta) *Magelona* sp. e o Mollusca (Gastropoda) *Caecum ryssotitum*. No monitoramento de mais de 10 anos (1994-2006) da comunidade bentônica de substrato inconsolidado, foram encontrados 249 táxons (CEPEMAR, 2006c). As espécies dominantes foram: os briozoários *Mamilopora cúpula* e *Cupuladria canariensis;* os poliquetas *Nereis* sp. e *Glycera* sp.; os moluscos *Ervilha concêntrica*; Scaphopoda (sp.1); *Corbula* sp.; *Chione pubera*; *Tellina* sp.; e *Nucula semiornata*.

Na região costeira central (Grande Vitória), a comunidade bentônica é representada por Annelida (Polychaeta), Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Sipuncula, Nematoda, Cnidária, Pycnogonida, Porífera, Bryozoa e Nemertinea. Entre estes, Polychaeta, Sipuncula, Crustacea e Mollusca são os mais abundantes (CEPEMAR, 2009a, 2010b). Ainda na região costeira, no litoral sul, entre os Filos mais abundantes estão: Crustacea, Polychaeta, Mollusca e Equinodermata, representados principalmente por Amphipoda, Tanaidacea, *Corbula* sp., *Onuphis* sp., *Ophiophragmus* sp., *Gadila acus* e *Lumbrineris* sp. (EQUILIBRUIM, 2001, 2002a, 2002b, 2002c; CEPEMAR, 2004a; UFES, 2007).

No relatório também são apresentados dados quantitativos comparativos dos maiores e menores valores de densidades nas regiões oceânicas sul, central e norte (PETROBRAS, 2011).

O relatório elaborado pelos técnicos do EJA (2015) apresentou os resultados do acompanhamento periódico das possíveis mudanças ambientais decorrentes da instalação do Estaleiro Jurong Aracruz. O empreendimento localiza-se no município de Aracruz, defronte à praia da Água Boa, no distrito de Santa Cruz. O estudo contemplou 12 estações de amostragens, sendo que duas foram na área de bota-fora das dragagens. Os resultados mostraram maior abundância de Polychaeta e Crustacea. Além destes, os outros grupos amostrados foram Mollusca, Echinodermata, Nemetea e Simpuncula, todos com baixas abundâncias. Um total de 45 táxons foram amostrados. A abundância total de exemplares não ultrapassou 76 indivíduos. No estudo não foram verificadas diferenças significativas na abundância entre os pontos de coletas. Baixa correlação entre os fatores biológicos e a granulometria foi verificada, sugerindo que outros fatores estejam atundo como reguladores da comunidade bêntica.

No que se refere à contaminação de organismos bênticos, alguns estudos importantes foram realizados após o rompimento da barragem de Fundão/MG. Os mesmos foram utilizados nesta

linha-base com o objetivo de compor a lista de espécies de provável ocorrência na área de estudo. A primeira expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura (CEPSUL/ICMBio), que ocorreu entre os dias 26/01/16 e 03/02/16, abrangeu o litoral do Espírito Santo e região de Abrolhos no sul da Bahia (BIANCHINI, 2016; ICMBIO, 2016a, 2016b, 2016c). Durante a campanha, foram amostrados os seguintes animais do compartimento bêntico: poliquetos, lírio-do-mar e lagosta sapateira (não identificados no momento da campanha), o camarão-rosa *Farfantepenaus brasilienses* e o siri *Callinectes danae*, na área da Costa das Algas. Na região da foz do rio Doce, foram coletadas uma espécie de bivalvo e uma de ofiuróide (não identificado no momento da campanha), três espécies de siris *C. danae*, *C. ornato* e *Portunus (Achelous) spinimanus*, duas espécies de camarões, o camarão-de-sete-barbas *Xiphopenaus kroyeri* e *F. brasilienses*, e o coral-mole *Renilla* sp. Na área de barra Nova, o único organismo bêntico coletado foi um bivalvo não identificado no momento da amostragem. Em Abrolhos, foram coletadas uma espécie de ofiuroide, e duas de caranguejos que não foram identificadas no momento das coletas e duas espécies de corais, *Millepora alcicornis* e *Mussismilia harttii* (BIANCHINI, 2016).

A segunda expedição da equipe foi realizada em abril de 2016, na qual foram mantidos os mesmos pontos de coletas da primeira expedição e adicionadas mais quatro regiões, que são: Guarapari e Vitória, ao sul da foz do rio Doce, e Degredo e Itaúnas ao norte da foz (ICMBIO, 2016d). As áreas de amostragens compreenderam Vitória, barra Nova, São Mateus, Itaúnas, Conceição da Barra, Degredo, Linhares, Aracruz, foz do rio Doce, Abrolhos, APA Costa das Algas, REVIS de Santa Cruz, APA de Setiba e Guarapari (FAURG, 2016).

O relatório Técnico-Científico 105/2016, elaborado pela Universidade do Rio Grande do Sul, apresenta os resultados das coletas realizadas em abril de 2016 no litoral norte do Espírito Santo até o sul da Bahia (FAURG, 2016). Os resultados da campanha também foram disponibilizados através do documento produzido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) em maio de 2016 (ICMBIO, 2016d).

No estudo foram coletadas amostras de água para análise das concentrações de metais, amostras de zooplâncton, crustáceos, corais e peixes. Os organismos bênticos corais e crustáceos foram coletados manualmente e através de armadilhas e redes de arrasto, respectivamente. As amostras de corais foram mantidas em nitrogênio líquido e os crustáceos foram dissecados, após anestesia, na própria embarcação, e realizada a coleta de amostras de músculo. Foram utilizadas para as análises as seguintes espécies de camarões: camarão-rosa (*F. paulensis*), camarão-de-sete-barbas *(X. kroyeri*) e o camarão-branco (*Litopenaeus schmidt*).

Além das espécies utilizadas nos testes de toxicidade, também foram amostradas várias espécies de ofiuroides, incluindo a espécie invasora *Ophiotela mirabilis*; os siris *Callinectes* sp. e *C. ornatos*; o camarão *F. brasilienses*; uma espécie de bivalvo (não identificado no momento da coleta); e os corais *M. alcicornis* e *M. hartii*.

2.7.3.1.2 Bentos de fundos inconsolidados profundos

Os ambientes costeiros e oceânicos contêm a maior parte da biodiversidade disponível no planeta. Em função da forte pressão antrópica, populações de importantes recursos pesqueiros estão reduzindo seus estoques a níveis, em alguns casos, próximos da ameaça de extinção. Observam-se, em

consequência, ecossistemas em desequilíbrio, com a dominância de espécies de menor valor comercial ocupando os nichos liberados pelas espécies sobre-explotadas, o que representa uma séria ameaça ao desenvolvimento sustentável (LAVRADO; IGNÁCIO, 2006).

Por esse fato, pesquisas têm sido realizadas em todo mundo com o intuito da conservação e exploração racional das regiões costeiras, mares e oceanos, plataformas continentais e grandes fundos marinhos.

No Brasil, em 1994, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) aprovou o Programa ReviZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), destinado a fornecer dados técnico-científicos consistentes e atualizados, essenciais para subsidiar o ordenamento do setor pesqueiro nacional.

Entre os estudos listados no livro, para a costa do Espírito Santo podem ser citados: para Foraminifera, a análise de Ribas (1969); Sole-Cava, Kelecom e Kannengiesser (1981) estudaram a Porifera; Cnidaria, por Castro e Santos (1989), Souza (1987), Grommann e Nogueira (1992), e Longo, Rosso e Schlenz (1995), que avaliaram material biológico da plataforma; Mollusca, por Cruz (1971), que apresentou um levantamento dos moluscos do litoral do Espírito Santo; Mollusca, por Absalão (1989), e Gomes e Absalão (1996), que caracterizaram a distribuição e os padrões zoogeográficos dos moluscos; Castro e Santos (1989) estudaram os moluscos em praias arenosas e lodosas; os Echinodermata foram apresentados por Tommasi (1965, 1966a, 1966b, 1970), Camargo e Tommasi (1978) e Pires (1982); para Crustacea, Souza, Ostrovski e Fonseca (1992) descreveram os Paguridae da região de Santa Cruz; Calado (1996), os Hippoidea na costa brasileira; e Veloso e Mello (1992, 1993), os Porcellanidae no litoral brasileiro.

Após o término do programa, Amaral e Rossi-Wongtschowski (2004) apresentaram uma descrição da biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil, com enfoque na plataforma e talude superior.

Embora o enfoque desse estudo não seja em ambientes próximos à linha da costa, onde serão realizadas efetivamente as coletas, o ReviZEE representou um marco nas pesquisas e conhecimento biológico em toda costa brasileira. O grande volume de informações gerado contribuiu para a sistematização de listas de espécies ou morfotipos de todos os grupos zoológicos marinhos. No caso da costa do Espírito Santo, as listas de espécies produzidas fazem parte da nomeada “Região Central” do programa e apresenta, além das espécies exclusivas da plataforma externa e talude marinhos, muitas espécies que podem ser encontradas em ambientes mais rasos. Por esse motivo e pela importância no conhecimento das espécies da costa do Espírito Santo, esta seção faz parte do relatório de linha-base.

Com a aprovação, em 1994, do Programa ReviZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), muitas informações sobre as espécies biológicas na costa brasileira puderam ser compiladas.

A produção científica de bentos da costa brasileira, elaborada por Lana et al. (1996), apresentou uma avaliação crítica da produção científica e um levantamento bibliográfico de 1858 até 1996 das espécies bênticas na costa brasileira. A zona econômica exclusiva foi dividida em quatro grandes regiões de acordo com as suas características oceanográficas e nesse estudo a costa do Espírito Santo foi tratada na seção “Bentos da Região Central”. Nessa obra, os autores realizaram um vasto levantamento

bibliográfico nas fontes pertinentes para a época e constataram que até aquele momento a fauna bêntica da Região Central à qual o estado do Espírito Santo faz parte era a menos conhecida das faunas brasileiras.

Após as campanhas, processamento das amostras e elaboração dos resultados em 2006, a publicação *Biodiversidade bentônica da região central da zona econômica exclusiva brasileira* (LAVRADO; IGNÁCIO, 2006) reuniu de forma sistematizada os resultados do Programa ReviZEE, para as suas diversas áreas temáticas e regiões. Para elaboração dessa obra, foram reunidas equipes de especialistas e colaboradores das áreas de Macroalgas, Porifera, Cnidaria, Nematoda, Polychaeta, Mollusca, Crustacea e Echinodermata. O livro apresenta parte do conhecimento científico gerado pelo Programa ReviZEE – SCORE Central em relação aos bentos presentes na região compreendida entre Salvador, na Bahia, e o Cabo de São Tomé, no Rio de Janeiro, incluindo os montes submarinos e as ilhas Trindade e Martins Vaz. São apresentados os principais resultados técnicos obtidos nas campanhas de bentos realizadas entre 1996 e 2002, visando caracterizar a comunidade de fito e zoobentos da plataforma externa e talude continental dentro da zona econômica exclusiva brasileira. O estado do Espírito Santo concentrou o maior número de estações (107 estações de coletas) graças à presença dos bancos e montes submersos da cadeia Vitória-Trindade.

As listas de espécies e morfotipos expostas aqui foram organizadas a partir do livro do ReviZEE e apresentam os resultados da região Central (BA, ES, RJ).

Os dados obtidos revelaram que a região possui fauna bêntica muito rica, principalmente nas áreas compreendidas pelos bancos de Abrolhos, cadeia Vitória-Trindade, banco Almirante Saldanha e nas regiões próximas a Salvador/BA e ao Cabo de São Tomé/RJ. Foram encontrados 31 grupos de organismos da macrofauna, com cerca de 1/3 ocorrendo em mais de 70% das estações.

Cerca de 35.000 indivíduos foram identificados pertencentes à macrofauna bentônica e distribuídos em 31 grupos (de filos a ordens). Através dos resultados dos grupos mais abundantes, foi realizada a caracterização para a região. Entre os grupos, os mais abundantes foram: Crustacea (Decapoda, Amphipoda, Isopoda e Tanaidacea), Sipuncula, Polychaeta, Bivalvia e Porifera (Desmospongiae). Esses grupos foram responsáveis por praticamente 85% do total de indivíduos coletados. Já esponjas e corais foram os grupos que mais contribuíram para a biomassa total.

Na costa do Espírito Santo, Sipuncula, crustáceos peracáridos (Isopoda, Tanaidacea e Amphipoda) e Polychaeta foram mais abundantes (incluindo a cadeia Vitória-Trindade). Os grupos Anthozoa, Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Ophiuroidea, Decapo, Sipuncula e Calcarea foram os que mais contribuíram com biomassa no estado.

As abundâncias nas estações localizadas nas regiões mais rasas, principalmente na cadeia Vitória-Trindade, foram as maiores, alcançando valores acima de 1.000 ind.100L-1. A riqueza taxonômica também foi maior nas estações dessa região, com mais de 20 táxons de macrofauna bêntica nas estações com menos de 100 m.

Nas tabelas a seguir, são apresentadas as listas de espécies ou morfotipos dos grupos mais abundantes coletados na região central do ReviZEE, Filos Porifera, Cnidaria, Nematoda, Mollusca, Polychaeta, Crustacea e Echinodermata. Essas listas foram adaptadas das listas presentes no livro.

Para Porifera foram identificados 3.800 espécimes e classificados em 49 famílias da Classe Demospongiae, três famílias de Hexactinellida, e quatro famílias da Classe Calcarea, somando 56 famílias de Porifera e 295 morfotipos (Tabela 18). Para Cnidaria foram examinados 656 lotes de corais, representados por 105 táxons específicos: ao menos 57 de Octocorallia, 33 de Scleractinia, 12 de Antipatharia, dois de Stylasteridae e um de Milleporidae (Tabela 19). De Nematoda foi identificado um total de 827 organismos pertencentes a três ordens, 21 famílias e 62 gêneros (Tabela 20). De Mollusca um total de 31.816 indivíduos distribuídos entre 932 táxons foram identificados, o que corresponde, em número de táxons, a um pouco mais que 50% de toda malacofauna marinha já reportada para a costa brasileira (Tabela 21). Para Polychaeta um total de 1.351 indivíduos foi analisado e foram registradas 100 espécies ou morfotipos (Tabela 22). De Crustacea foram registradas mais de 100 espécies ou morfotipos (Tabela 23), e para o Filo Echinodermata foram registradas pelo menos 78 morfoespécies pertencentes a 38 famílias. Entre essas morfoespécies, 51 foram identificadas em nível específico, 21 em nível de gênero e seis em nível de família (Tabela 24).

Sobre a distribuição espacial dos oito principais grupos da macrofauna bentônica (Porifera, Cnidaria, Sipuncula, Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Crustacea e Echinodermata), percebe-se que mais de 60% das estações de coletas apresentaram abundâncias inferiores a 50 indivíduos.100L-1. Sipuncula e Porifera apresentaram valores acima de 500 indivíduos.100L-1 em algumas estações do Espírito Santo, os demais grupos apresentaram distribuição uniforme na região do SCORE Central.

A biomassa de 70% das estações de coleta foi inferior a 100 g de peso úmido.100L-1 para a maioria dos grupos taxonômicos. Cnidaria apresentou mais de 20% das estações com valores superiores a 1 kg.100L-1, ao longo do eixo Vitória-Trindade. Os Echinodermata apresentaram as maiores biomassas entre Vitória/ES e o Cabo de São Tomé/RJ, devido à contribuição de Ophiuroidea. Crustacea, Sipuncula, Gastropoda, Bivalvia e Polychaeta, apesar de abundantes numericamente e homogeneamente distribuídos ao longo de toda a plataforma do SCORE Central, contribuem muito pouco para a biomassa total, com cerca de 90% das estações com menos de 100 g de peso úmido.100 L-1. Isso se deve ao porte desses animais, geralmente bem menores do que os outros grupos em questão.

Os resultados revelam que a região de plataforma e talude da costa central possui uma fauna bêntica muito rica e diversa, mesmo no nível de grandes grupos taxonômicos, principalmente nas áreas compreendidas pelos bancos submersos de Abrolhos, cadeia Vitória-Trindade, Almirante Saldanha e das regiões próximas a Salvador, na Bahia, e ao Cabo de São Tomé, no Rio de Janeiro.

Além do grande volume de informações levantadas pelo Programa ReviZEE, no relatório Técnico da Petrobras (2011), podemos encontrar uma compilação dos resultados dos seguintes relatórios técnicos AS/PEG (2003), CEPEMAR (2006d, 2006e, 2006f), LABOMAR (2007, 2008c, 2008d) e MAPEM (2004). Na obra, além de apresentar o inventário para a área estudada, os autores apresentam alguns resultados quali e quantitativos da região oceânica do Espírito Santo.

Segundo os autores, na região oceânica da bacia do Espírito Santo e de Campos, a comunidade zoobentônica (macrofauna) é composta principalmente por Polychaeta, Crustacea e Mollusca. São encontrados também organismos pertencentes a outros Filos Sipuncula, Cnidaria, Porifera, Bryozoa, Nematoda, Nemertinea e Echinodermata (AS/PEG, 2003; CEPEMAR, 2006d, 2006e, 2006f; LABOMAR, 2007, 2008c, 2008d; MAPEM, 2004).

Quanto à densidade relativa, os grupos mais abundantes são Polychaeta e Crustacea. Outros grupos de menor abundância são: Sipuncula, Cnidaria, Porifera, Bryozoa, Mollusca, Nematoda Nemertinea e Echinodermata, sendo este último comum em quase todos os ambientes marinhos, principalmente regiões profundas (AS/PEG, 2003; CEPEMAR, 2006e; LABOMAR, 2007, 2008d; MAPEM, 2004). Quando se compara a bacia de Campos e do Espírito Santo, os valores da macrofauna bentônica são semelhantes (CEPEMAR, 2006f).

Já em relação à distribuição vertical no interior do substrato, considerando os grupos taxonômicos observados, os moluscos, poliquetas e os crustáceos anfípodes e isópodes são mais abundantes no estrato mais superficial. Os demais Filos não apresentam diferenças em sua distribuição em relação à profundidade no sedimento (CEPEMAR, 2006d, 2006e, 2006f; LABOMAR, 2008d).

No relatório também são apresentados dados quantitativos comparativos dos maiores e menores valores de densidades nas regiões oceânicas sul e central-norte (PETROBRAS, 2011).

Tabela 18 – Lista de taxa de Porifera coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Filo Porifera Grant, 1836	
Classe Demospongiae Sollas, 1885	
Família Plakinidae Schulze, 1880	Plakinidae indet.
	Plakina spp.
	Plakinastrella sp.
	Plakortis sp.
Família Spirasigmidae Hallmann, 1912	Spirasigmidae indet.
Família Tetillidae Sollas, 1886	*Cinachyra* sp.
	Cinachyrella spp.
	Cinachyrella aff. *alloclada (*Uliczka, 1929)
	Cinachyrella aff. *apion* (Uliczka, 1929)
	Cinachyrella aff. *kuekenthali* (Uliczka, 1929)
	Cinachyrella kuekenthali (Uliczka, 1929)
	Tetilla spp.
Família Ancorinidae Schmidt, 1870	Ancorinidae indet.
	Asteropus spp.
	?*Ecionemia* sp.
	Holoxea sp.
	Jaspis spp.
	Melophlus sp.
	Penares sp.
	Rhabdastrella sp.
	Stelletta spp.
	Tribrachium schmidti Weltner, 1882
Família Calthropellidae Lendenfeld, 1907	*Pachastrissa* sp.
Família Geodiidae Gray,1867	*Erylus* spp.
	Geodia spp.
Família Pachastrellidae Carter, 1875	Pachastrellidae indet.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Família Thrombidae Sollas, 1888	*Thrombus* sp.
Família Clionaidae d'Orbigny,1851	*Cliona* spp.
	Thoosa sp.
Família Hemiasterellidae Lendenfeld, 1889	Hemiasterellidae indet.
Família Polymastiidae Gray, 1867	*Polymastia* sp.
	Radiella sp.
Família Suberitidae Schmidt, 1870	Suberitidae indet.
	Aaptos spp.
	Terpios sp.
Família Spirastrellidae Ridley & Dendy, 1886	*Diplastrella bistellata* (Schmidt, 1862)
	Diplastrella megastellata Hechtel, 1965
	Spirastrella sp.
Família Timeidae Topsent, 1928	*Timea cumana* Pulitzer-Finali, 1977
	Timea spp.
Família Tethyidae Gray, 1848	*Tethytimea* sp.
Família Trachycladidae Hallmann, 1917	cf. *Rhaphidistia* sp.
Família Chondrillidae Gray, 1872	*Chondrilla* aff. *nucula* Schmidt, 1862
	Chondrosia sp.
Família Desmanthidae Topsent, 1893	Desmanthidae indet.
	Petromica sp.
Família Theonellidae Lendenfeld, 1903	Theonellidae indet.
Família Agelasiidae Verrill, 1907	*Agelas clathrodes (Schmidt, 1870)*
	Agelas conifera (Schimidt, 1870)
	Agelas dispar Duch. & Mich., 1864
	Agelas schmidti Wilson, 1902
	Agelas tubulata Lehnert & van Soest, 1996
	Agelas sp.
Família Acarnidae Dendy, 1922	*Acarnus nicoleae* (van Soest, Hooper & Hiemstra, 1991)
	Acarnus radovani (Boury-Esnault, 1973)
	Acarnus toxeata Boury-Esnault, 1973
	Acarnus sp.
Família Microcionidae Carter, 1875	*Clathria* spp.
Família Raspailiidae Hentschel, 1923	Raspailidae indet.
	Waltherarndtia sp.
Família Rhabderemiidae Topsent, 1928	*Rhabderemia* spp.
Família Coelosphaeridae Dendy, 1922	*Forcepia* sp.
Família Crambeidae Lévi, 1963	*Monanchora arbuscula* (Duch. & Mich., 1864)
	Monanchora aff. *clathrata* Carter, 1883
	Monanchora spp.
Família Hymedesmiidae Topsent, 1928	Hymedesmiidae indet.
Família Iotrochotidae Dendy, 1922	*Iotrochota* sp.
Família Myxillidae Dendy, 1922	Myxillidae indet.
Família Tedaniidae Ridley & Dendy, 1886	Tedaniidae indet.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Tedania sp.
Família Desmacellidae Ridley & Dendy, 1886	Desmacellidae indet.
Família Esperiopsidae Hentschel, 1923	*Amphilectus* sp.
Família Mycalidae Lundbeck, 1905	*Mycale quadripartita* Boury-Esnault, 1973 *Mycale* sp.
Família Latrunculiidae Topsent, 1922	Latrunculiidae indet.
Família Axinellidae Carter, 1875	Axinellidae indet.
	Auletta sp.
	Axinella sp.
	Dragmacidon spp.
	Dragmaxia aff. *undata* Alvarez, Rützler & van Soest, 1998
	Phakelia sp.
	Ptilocaulis sp.
Família Desmoxyidae Hallmann, 1917	Desmoxyidae indet.
	Didiscus sp.
	Myrmekioderma sp.
Família Dictyonellidae van Soest, Diaz & Pomponi, 1990	Dictyonellidae indet.
	Acanthella sp.
Família Halichondriidae Gray, 1867	Halichondriidae indet.
	Ciocalapata sp.
	Ciocalypta spp.
	Halichondria spp.
	Hymeniacidon sp.
	Spongosorites sp.
	Topsentia aff. *ophiraphidites* (de Laubenfels, 1934)
	Topsentia spp.
Família Callyspongiidae de Laubenfels, 1936	*Callyspongia* spp.
Família Chalinidae Gray, 1867	Chalinidae indet.
Família Niphatidae van Soest, 1980	Niphatidae indet.
Família Phloeodictyidae Carter, 1882	*Oceanapia* spp.
Família Petrosiidae van Soest, 1980	Petrosiidae indet.
	Xestospongia spp.
	Petrosia spp.
Família Irciniidae Gray, 1867	*Ircinia strobilina* (Lamarck, 1816)
	Ircinia spp.
Família Spongiidae Gray, 1867	Spongiidae indet.
	Hippospongia sp.
	Hyattella cavernosa (Pallas, 1766)
	Leiosella sp.?
	Spongia spp.
Família Thorectidae Bergquist, 1978	Thorectidae indet.
Família Dysideidae Gray, 1867	*Dysidea* spp.
Família Darwinellidae Merejkowsky, 1879	*Darwinella* sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Família Aplysinidae Carter, 1875	Aplysinidae indet.
	Aplysina cauliformis Carter, 1882
	Aplysina lacunosa (Pallas, 1766)
	Aplysina fulva (Pallas, 1766)
	Aplysina spp.
	Aiolochroia crassa (Hyatt, 1875)
	Verongula gigantea (Hyatt, 1875)
Classe Calcarea Bowerbank, 1864	
Família Leucettidae de Laubenfels, 1936	*Leucetta* sp.
Família Clathrinidae Minchin, 1900	*Clathrina* sp.
Família Grantiidae Dendy, 1892	*Leucandra* sp.
	Grantia sp.
Família Jenkinidae Borojevic, Boury-Esnault &Vacelet, 2000	Jenkinidae indet.
Classe Hexactinellida Schmidt, 1870	
Família Aphrocallistidae Gray, 1867	*Aphrocallistes beatrix* Gray, 1858
Família Dactylocalycidae Gray, 1867	*Dactylocalyx pumiceus* Stutchbury, 1841
Família Euretidae Zittel, 1877	Euretidae indet.

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

Tabela 19 – Lista de taxa de Cnidaria coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Filo Cnidaria	
Classe Anthozoa	
Família Antipathidae	*Antipathes atlantica* Gray, 1857
	Antipathes furcata Gray, 1857
	Antipathes sp.
	Cirrhipathes sp. 1
	Cirrhipathes sp. 2
	Cirrhipathes sp. 3
	Cirrhipathes sp.
Família Myriopathidae	*Tanacetipathes hirta* (Gray, 1857)
	Tanacetipathes tanacetum (Pourtalès, 1880)
	Tanacetipathes thamnea (Warner, 1981)
	Tanacetipathes sp. 1 sensu Loiola, 2003
	Tanacetipathes sp. 2 sensu Loiola, 2003
	Tanacetipathes sp.
Família Schizopathidae	*Schizopathes affinis* Brook, 1889
Família Agariciidae	*Agaricia fragilis* Dana, 1846
	Agaricia humilis (Verrill, 1901)
	Agaricia sp.
Família Caryophylliidae	*Caryophyllia ambrosia caribbeana* Cairns, 1979
	Caryophyllia berteriana Duchassaing, 1850

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Caryophyllia sp.
	Cladocora debilis Milne Edwards & Haime, 1849
	Coenocyathus sp. 1
	Coenocyathus sp.
	Deltocyathus calcar Pourtalès, 1874
	Deltocyathus eccentricus Cairns, 1979
	Deltocyathus sp. cf. *D. italicus* (Michelotti, 1838)
	Deltocyathus moseleyi Cairns, 1979
	Deltocyathus sp.
	Lophelia pertusa (Linnaeus, 1758)
	Phyllangia sp. 1
	Rhizosmilia maculata (Pourtalès, 1874)
	Solenosmilia variabilis Duncan, 1873
	Trochocyathus laboreli Cairns, 2000
Família Faviidae	*Favia gravida* Verrill, 1868
	Montastraea cavernosa Linnaeus, 1767
Família Flabellidae	*Flabellum apertum* Moseley, 1881
	Flabellum sp.
Família Guyniidae	*Stenocyathus vermiformis* (Pourtalès, 1868)
Família Meandrinidae	*Meandrina braziliensis* (Milne Edwards & Haime, 1849)
Família Mussidae	*Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868)
	Mussismilia harttii (Verrill, 1868)
	Mussismilia hispida (Verrill, 1902)
	Mussismilia sp.
	Scolymia wellsi Laborel, 1967
Família Oculinidae	*Madrepora oculata* Linnaeus, 1758
	Madrepora sp.
Família Pocilloporidae	*Madracis asperula* Milne Edwards & Haime, 1849
	Madracis brueggemanni (Ridley, 1881)
	Madracis decactis (Lyman, 1859)
	Madracis sp.
Família Poritidae	*Porites astreoides* Lamarck, 1816
	Porites branneri Rathbun, 1888
	Porites sp.
Família Rhizangiidae	*Astrangia rathbuni* Vaughan, 1906
	Astrangia sp.
Família Siderastreidae	*Siderastrea stellata* Verrill, 1868
Família Turbinoliidae	*Sphenotrochus auritus* Pourtalès, 1874
	Sphenotrochus sp.
Família Acanthogorgiidae	*Acanthogorgia spera* Pourtalès, 1867
	Acanthogorgia schrammi (Duchassaing & Michelotti, 1864)
	Acanthogorgia sp. 1
Família Alcyoniidae	*Anthomastus grandiflorus* Verrill, 1922

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Anthomastus sp.
	Inflatocalyx sp. 1
Família Anthothelidae	*Paragorgia johnsoni* Gray, 1862
Família Chrysogorgiidae	*Chrysogorgia* sp.
	Radicipes sp. 1
	Radicipes sp. 2
	Stephanogorgia sp. 1
Família Clavulariidae	*Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860)
	Telestula sp. 1
Família Coralliidae	*Corallium medea* Bayer, 1964
Família Ellisellidae	*Ctenocella* (*Ellisella*) *elongata* (Pallas, 1766)
	Ctenocella (*Ellisella*) sp. 1
	Ctenocella (*Ellisella*) sp.
	Juncella sp. 1
	Nicella guadalupensis (Duchassaing & Michelotti, 1860)
	Nicella sp. 1
	Riisea sp. 1
Família Gorgoniidae	*Leptogorgia hese a* (Pallas, 1766)
	Leptogorgia hese as (Pallas, 1766)
	Leptogorgia sp.
	Lophogorgia sp. *sensu* Castro, 1990ª
	Olindagorgia gracilis (Verrill, 1868)
Família Isididae	*Acanella arbuscula* Johnson, 1862
	Acanella sp. 1
	Keratoisis sp. 1
	Isidella longiflora Verrill, 1883
Família Nidaliidae	*Nidalia* sp. 1
	Nidalia sp. 2
Família Plexauridae	*Bebryce hese a* Deichmann, 1936
	Brebyce parastellata Deichmann, 1936
	Bebryce sp.
	Caliacis nutans (Duchassaing & Michelotti, 1864)
	Caliacis sp. 1
	Heterogorgia uatumani Castro, 1990b
	Muricea flamma Marques & Castro, 1995
	Muriceides cf. *obtusus* (Wright & Studer, 1889)
	Muriceopsis sp. sensu Medeiros, 1998
	Muriceopsis sp. 1
	Paramuricea placomus (Linnaeus, 1758)
	Paramuricea sp.
	Placogorgia hese asp Wright & Studer, 1889
	Scleracis guadalupensis (Duchassaing & Michelotti, 1860)
	Scleracis sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Swiftia exserta (Ellis & Solander, 1786)
	Thesea bicolor Deichmann, 1936
	hese asp. Sensu Tixier-Durivault, 1970
	Thesea sp.
	Villogorgia nigrescens Duchassaing & Michelotti, 1860
	Villogorgia sp.
Família Primnoidae	*Narella* sp. 1
	Primnoella polita Deichmann, 1936
	Primnoella sp. 1
	Primnoella sp.
Família Anthoptilidae	*Anthoptilum* sp. 1
	Anthoptilum sp.
Família Pennatulidae	*Pennatula bayeri* Castro & Medeiros, 2001
	Pennatula sp. 1
	Pennatula sp. 2
Família Protoptilidae	*Protoptilum* sp. 1
Família Renillidae	*Renilla muelleri* Kölliker, 1872
	Renilla reniformis (Pallas, 1766)
Família Umbellulidae	*Umbellula thomsonii* (Kölliker, 1874)
Família Virgulariidae	*Acanthoptilum* cf. *agassizi* Kölliker, 1872
Classe Hydrozoa	
Família Milleporidae	*Millepora* sp.
Família Stylasteridae	*Crypthelia* sp. 1
	Stylaster sp. 1

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

Tabela 20 – Lista de taxa de Nematoda coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécie ou Morfotipos
Filo Nematoda	
Classe Adenophorea	
Família Thoracostomopsidae	*Enoploides* Ssaweljev, 1912
	Enoplolaimus De Man, 1893
	Mesacanthoides Wieser, 1953
	Thoracostomopsis Ditlevsen, 1918
Família Anoplostomatidae	*Anoplostoma* Bütschli, 1874
Família Phanodermatidae	*Crenopharynx* Filipjev, 1934
	Micoletzkyia Ditlevsen, 1926
	Phanoderma Bastian, 1865
Família Anticomidae	*Anticoma* Bastian, 1865
	Odontanticoma Platonova, 1976
	Paranticoma Micoletzky, 1930
Família Ironidae	*Syringolaimus* De Man, 1888

Classificação	Espécie ou Morfotipos
Família Leptsomatidae	*Cylicolaimus* De Man, 1889
	Deontostoma Filipjev, 1916
	Leptosomatides Filipjev, 1918
	Leptosomatum Bastian, 1865
	Metacylicolaimus Stekhoven, 1946
	Pseudocella Filipjev, 1927
	Synonchus Cobb, 1894
	Thoracostoma Marion, 1870
Família Oxystominidae	*Halalaimus* De Man, 1888
	Oxystomina Filipjev, 1927
	Thalassoalaimus De Man, 1893
Família Oncholaimidae	*Pontonema* Leidy, 1855
	Viscosia De Man, 1890
Família Enchelidiidae	*Bathyeurystomina* Lambshead & Platt, 1979
	Calyptronema Marion, 1870
	Symplocostoma Bastian, 1865
Família Chromadoridae	*Euchromadora* De Man, 1886
	Steineridora Inglis, 1969
Família Comesomatidae	*Paracomesoma* Hope & Murphy, 1972
	Sabatieria Rouville, 1903
	Vasostoma Wieser, 1954
Família Cyatholaimidae	*Marylynnia* Hopper, 1977
	Paracanthonchus Micoletzky, 1924
Família Selachnematidae	*Choanolaimus* De Man, 1880
	Demonema Cobb, 1894
	Halichoanolaimus De Man, 1886
Família Desmodoridae	*Chromaspirinia* Filipjev, 1918
	Desmodora De Man, 1889
	Echinodesmodora Blome, 1982
	Eubostrichus Greef, 1869
	Leptonemella Cobb, 1920
	Metachromadora Filipjev, 1918
	Pseudochromadora Daday, 1889
	Sigmophoranema Hope & Murphy, 1972
	Stygodesmodora Blome, 1982
	Zalonema Cobb, 1920
Família Leptolaimidae	*Leptolaimus* De Man, 1876
Família Aegialoalaimidae	*Cyartonema* De Man, 1907
Família Monhysteridae	*Thalassomonhystera* Jacobs, 1987
Família Xyalidae	*Linhystera* Juario, 1974
	Manganonema Busseau, 1993
	Omicronema Cobb, 1920
Família Linhomoeidae	*Disconema* Filipjev, 1918

Classificação	Espécie ou Morfotipos
	Linhomoeus Bastian, 1865
	Megadesmolaimus Wieser, 1954
	Metalinhomoeus De Man, 1907
	Terschellingia De Man, 1888
Família Axonolaimidae	*Ascolamius* Ditlevsen, 1919
Família Diplopeltidae	*Diplopeltis* Cobb in Stiles & Hassal, 1905
	Diplopeltula Gerlach, 1950

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

Tabela 21– Lista de taxa de Mollusca coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Filo Mollusca	
Gastropoda	
Scissurellidae	*Anatoma aedonia* (Watson,1886)
	Anatoma sp.
	Scissurella cingulata O.G. Costa, 1861
	Sinezona brasiliensis Mattar, 1987
	Sinezona sp.
Haliotidae	*Haliotis aurantium* Simone,1998
Acmaeidae	*Acmaea* sp.
	Collisella abrolhosensis (Petuch, 1979)
	Collisella sp.
	sp. ñ identificado
Fissurellidae	*Diodora* aff. *jaumei* Aguayo & Rehder, 1936
	Diodora aff. *mirifica* Métivier, 1972
	Diodora jaumei Aguayo & Rehder,1936
	Diodora listeri (Orbigny,1842)
	Diodora meta (Ihering,1927)
	Diodora mirifica Métivier, 1972
	Diodora sayi (Dall,1899)
	Diodora sp.1
	Diodora sp.2
	Diodora sp.3
	Emarginula aff. *phrixodes* Dall, 1927
	Emarginula pumila (A.Adams, 1851)
	Emarginula sp.
	Emarginula tuberculosa Libassi, 1859
	Lucapina aegis (Reeve, 1850)
	Lucapina sowerbii Sowerby,1835
	Lucapinella limatula (Reeve, 1850)
	Puncturella pauper Dall, 1927
	Puncturella sp.
Trochidae	*Brookula* aff. *lamonti* Clarke, 1961

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Brookula ônica (Watson, 1885)
	Brookula pfefferi Powell, 1951
	Brookula spinulata Absalão, Pimenta & Miyaji, 2001
	Calliostoma aff. *carcellesi* Clench & Aguayo,1940
	Calliostoma brunneopictum Quinn,1992
	Calliostoma carcellesi Clench & Aguayo,1940
	Calliostoma depictum Dall, 1927
	Calliostoma echinatum Dall,1881
	Calliostoma gemmosum (Reeve,1842)
	Calliostoma sp.
	Calliostoma vinosum Quinn,1992
	Calliotropis actinophora (Dall, 1890)
	Calliotropis aeglees (Watson,1879)
	Calliotropis calatha (Dall, 1927)
	Echinogurges clavatus (Watson, 1879)
	Echinogurges sp.
	Euchelus hummelincki Moonlenbeek & Faber,1989
	Gaza aff. *olunaa* Quinn, 1991
	Halystilus oluna Dall, 1890
	Lamellitrochus carinatus Quinn, 1991
	Marevalvata tricarinata (Stearns, 1872)
	Margarites dnopherus (Watson, 1879)
	Margarites sp.
	Mirachelus clinocnemus Quinn, 1979
	Solariella carvalhoi Lopes & Cardoso,1958
	Solariella lubrica Dall, 1881
	Solariella sp.
	Vetulonia jeffreysi Dall, 1913
Vanikoridae	*Crucibulum auricula* (Gmelin, 1791)
Skeneidae	*Anekes* sp.
	Cyclostremiscus pentagonus (Gabb,1873)
	Cyclostremiscus sp.
	Haplocochlias aff. *swifti* Vanatta, 1913
	Moelleriopsis sp.
	Moelleriopsis watsoni (Tryon, 1888)
	Palazzia planorbis (Dall, 1927)
	Parviturbo rehderi Pilsbry & McGinty, 1945
	Parviturbo sp.
	Parviturbo weberi Pilsbry & McGinty, 1945
	Skenea sp.
	sp. ñ identificado
Turbinidae	*Arene* aff. *riisei* Rehder, 1943
	Arene aff. *venusta* Woodring, 1928

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Arene bairdii (Dall,1889)
	Arene boucheti Leal,1991
	Arene brasiliana (Dall,1881)
	Arene flexispina Leal & Coelho,1985
	Arene microforis (Dall,1889)
	Arene sp.
	Arene variabilis (Dall,1889)
	Arene venusta (Woodring,1928)
	Astraea latispina (Philippi, 1844)
	Astraea phoebia Röding,1798
	Astraea sp.
	Astraea tecta olfersii (Philippi, 1846)
	Homalopoma borrii Mann, 1975
	Turbo cailleti Fisher & Bernardi,1857
	Turbo canaliculatus Hermann, 1781
	Turbo elafer Gmelin,1791
	Turbo heizei Prado, 1998
	Turbo sp.
Cyclostrematidae	*Cyclostrema* sp.
	Cyclostrema tortuganum (Dall, 1927)
Phenacolepadidae	*Phenacolepas hamillei* (Fisher,1857)
Seguenziidae	*Ancistrobasis costulata* (Watson, 1879)
	Carenzia carinata (Jeffreys, 1876)
	Carenzia trispinosa (Watson, 1888)
	Hadroconus altus (Watson, 1879)
	Seguenzia hapala Woodring, 1928
Tricoliidae	*Gabrielona elafera* Robertson,1973
	sp. ñ identificado
	Tricolia affinis (C.B.Adams,1850)
	Tricolia ela (M. Smith, 1937)
	Tricolia sp.
	Tricolia thalassicola Robertson, 1958
Capulidae	*Capulus* sp.
	sp. ñ identificado
Truncatellidae	*Truncatella* sp.
Rissoidae	*Alvania auberiana* (Orbigny,1842)
	Alvania caribaea Orbigny,1842
	Alvania colombiana Romer & Moore, 1988
	Alvania sp.
	Benthonella sp.
	Benthonella tenella (Jeffreys, 1883)
	Benthonellania xanthias (Watson, 1885)
	Ceratia sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Folinia bermudezi (Aguayo & Rehder,1936)
	Rissoa sp.
	Rissoina aff. *sagraiana* Orbigny, 1842
	Rissoina bryerea (Montagu,1803)
	Rissoina cancellata (Phillipi,1847)
	Rissoina catesbyana Orbigny, 1842
	Rissoina decussata Montagu, 1803
	Rissoina fenestrata Schwartz,1860
	Rissoina fischeri Desjardin, 1949
	Rissoina multicostata (C.B.Adams,1850)
	Rissoina princeps C.B.Adams,1850
	Rissoina sagraiana Orbigny,1842
	Rissoina sp.
	Rissoina striosa (C.B.Adams,1850)
	sp. ñ identificado
	Zebina browniana (Orbigny, 1842)
Barleeidae	*Barleeia rubrooperculata* Castellanos & Fernadez, 1972
	Barleeia sp.
	Caelatura sp.
	Caelatura barcellosi Absalão & Rios,1995
	Caelatura speculabunda Absalão, 2002
	Caelatura tigrina Absalão, 2002
	Protobarleeia aff. *pyrrocincta* Absalão, 2002
Rissoellidae	*Rissoella* sp.
	Rissoella caribaea Rehder, 1943
	sp. ñ identificado
Elaschisinidae	*Elaschisina floridana* (Rehder, 1943)
Assimneidae	*Assimnea succinea* (Pfeiffer, 1840)
Caecidae	*Caecum* (*Caecum*) sp.
	Caecum brasilicum Folin, 1874
	Caecum butoti De Jong & Coomans, 1988
	Caecum circumvolutum Folin,1867
	Caecum eliezeri Absalão,1997
	Caecum floridanum Stimpson,1851
	Caecum massambabensis Absalão & Rios, 1997
	Caecum nitidum (Stimpson, 1851)
	Caecum planum Folin, 1867
	Caecum ryssotitum Folin, 1867
	Caecum someri (Folin, 1867)
	Caecum striatum Folin, 1868
	Caecum subvolutum Folin, 1874
	Meioceras cornocupiae (Carpenter, 1858)
	Meioceras cubitatum (Folin, 1868)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Meioceras nitidum (Stimpson, 1851)
	Meioceras sp.
Vitrinellidae	*Circulus* cf. *semisculptum* (Olsson & McGinty, 1958)
	Cochliolepis arasítica Stimpson, 1858
	Episcynia inornata (Orbigny, 1842)
	Parviturboides interruptus (C.B.Adams, 1850)
	Solariorbis aff. *shumoi* (Vanatta, 1913)
	Solariorbis infracarinatus Gabb, 1881
	Solariorbis mooreana (Vanatta, 1904)
	Solariorbis shimeri (Clapp, 1914)
	Solariorbis sp.
	sp. ñ identificado
	Teinostoma cocolitoris Pilsbry & McGinty, 1945
	Teinostoma incertum Pilsbry & McGinty, 1945
	Teinostoma pilsbryi McGinty, 1945
	Teinostoma sp.
	Vitrinella sp.
Modulidae	*Modulus carchedonius* (Lamarck, 1822)
	Modulus modulus (Linnaeus, 1758)
Cerithiidae	*Bittiolum varium* (Pfeiffer, 1840)
	Cerithium atratum (Born, 1778)
	Cerithium eburneum Bruguiere, 1792
	Cerithium litteratum (Born,1778)
	Cerithium sp.
	sp. ñ identificado
	Ittibittium turriculum (Nowell-Usticke, 1969)
Litiopidae	*Alaba incerta* (Orbigny, 1842)
Diastomatidae	*Finella úbia* (Orbigny, 1842)
Tornidae	*Macromphalina* sp.
Turritellidae	*Turritella exoleta* (Linnaeus, 1758)
	Turritella hookeri Reeve, 1849
	Turritelopsis marplatensis Castellanos & Landoni, 1980
	Vermicularia aff. *spirata* (Phillipi, 1836)
Vermetidae	sp. ñ identificado
Siliquariidae	*Siliquaria modesta* Dall, 1881
	Siliquaria sp.
	Siliquaria squamata Blainville, 1827
Littorinidae	*Littorina angulifera* (Lamarck, 1822)
Thaididae	*Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767)
Strombidae	*Strombus gallus* Linnaeus, 1758
	Strombus goliath Schroter, 1805
	Strombus pugilis Linnaeus, 1758
Hipponicidae	*Cheilea equestris* (Linnaeus, 1758)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Hipponix antiquatus (Linnaeus, 1767)
	Hipponix incurvus (Gmelin, 1791)
	Hipponix leptus Simone, 2002
	Hipponix subrufus (Lamarck,1819)
Calyptraeidae	*Bostrycapulus aculeatus* (Gmelin, 1791)
	Calyptraea centralis (Conrad, 1841)
	Crepidula plana Say, 1822
	Crepidula sp.
	Crucibulum auricula (Gmelin, 1791)
	Crucibulum striatum (Say, 1824)
	sp. ñ identificado
Xenophoridae	*Xenophora conchiliophora* (Born, 1780)
	Xenophora longleyi Bartsch, 1931
Cypraeidae	*Cypraea acicularis* Gmelin, 1791
	Cypraea tlânti Gmelin, 1791
	Cypraea sp.
	Cypraea spurca Gmelin, 1791
	sp. ñ identificado
Triviidae	*Erato maugeriae* (Gray, 1832)
	Trivia antillarum Schilder, 1922
	Trivia candidula (Gaskoin, 1836)
	Trivia maltbiana Schwengel & Mcginty, 1942
	Trivia nix Schilder, 1922
	Trivia occidentalis Schilder, 1922
	Trivia pediculus (Linnaeus, 1758)
	Trivia sp.
	Trivia suffusa (Gray, 1830)
Atlantidae	*Atlanta peronii* Lesueur, 1817
Naticidae	*Natica bayeri* Rehder, 1986
	Natica cayennensis Récluz, 1850
	Natica cf. *marochiensis* (Gmelin, 1791)
	Natica cf. *sulcata* (Born, 1778)
	Natica pusilla Say, 1822
	Natica sagrayana Orbigny, 1842
	Natica sp.
	Natica sulcata (Born, 1778)
	Polinices aff. *uberinus* (Orbigny, 1842)
	Polinices fringillus (Dall, 1881)
	Polinices hepaticus (Roding, 1798)
	Polinices lacteus (Guilding, 1833)
	Polinices sp.
	sp. ñ identificado
Lamellariidae	*Lamellaria tlântica* (Linnaeus, 1758)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Cassidae	*Casmaria ponderosa tlântica* Clench, 1944
	Cypraecassis testiculus (Linnaeus, 1758)
	Phalium sp.
Ranellidae	*Cymatium comptum* (A. Adams, 1855)
	Cymatium labiosum (Wood, 1828)
	Cymatium parthenopeum (von Salis,1793)
	Cymatium sp.
	Cymatium vespacea (A. Adams, 1855)
	Distorsio constricta macgintyi Emerson & Puffer, 1953
	sp. ñ identificado
Bursidae	*Bursa corrugata* (Reeve, 1844)
	Bursa cubaniana (Orbigny, 1842)
	Bursa grayana (Dunker, 1868)
	Bursa rhodostoma thomae (Orbigny, 1840)
	Bursa sp.
Cerithiopsidae	*Cerithiella amblytera* (Watson, 1880)
	Cerithiella sp.
	Cerithiopsis emersoni (C.B. Adams, 1838)
	Cerithiopsis lata (C.B. Adams, 1850)
	Cerithiopsis sp. 1
	Cerithiopsis sp. 2
	Cerithiopsis sp. 3
	Cerithiopsis sp. 4
	Cerithiopsis sp. 5
	Cerithiopsis sp. 6
	Cerithiopsis sp. 7
	Seila adamsi (H.Lea, 1845)
Triphoridae	*Metaxia exilis* C.B.Adams,1850
	Triphora decorata (C.B.Adams, 1850)
	Triphora melanura (C.B.Adams, 1850)
	Triphora nigrocincta (C.B. Adams, 1839)
	Triphora ornata (Deshayes, 1823)
	Triphora pulchella (C.B.Adams, 1850)
	Triphora sp.
	Triphora turristhomae (Holten, 1802)
Epitoniidae	*Amaea retifera* Dall, 1889
	Cirsotrema dalli Rehder, 1945
	Epitonium angulatum (Say, 1830)
	Epitonium candeanum (Orbigny, 1842)
	Epitonium krebsi (Morch,1874)
	Epitonium novangliae (Couthouy, 1838)
	Epitonium occidentale (Nyst, 1871)
	Epitonium sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Opalia sp.
	sp. ñ identificado
Janthinidae	*Janthina xígua* Lamarck, 1816
	Janthina pallida (Thompson, 1840)
	Janthina sp.
Eulimidae	*Costaclis egregia* (Dall, 1889)
	Eulima auricincta Abbott, 1959
	Eulima bifasciata (Orbigny,1842)
	Eulima sp.
	Melanella arcuata (C.B.Adams, 1850)
	Melanella brevisulcata (Dunker, 1875)
	Melanella conoidea (Kurtz & Stimpson, 1851)
	Melanella intermedia (Cantraine, 1835)
	Melanella sp.
	sp. ñ identificado
	Thaleia nisonis (Dall, 1889)
Aclididae	*Bermudaclis bermudensis* (Dall & Bartsch, 1911)
Muricidae	*Attiliosa* sp.
	Chicoreus aff. *formosus* (Sowerby, 1841)
	Chicoreus carolynae Vokes, 1990
	Chicoreus coltrorum Vokes, 1990
	Chicoreus consuelae (Vokes, 1990)
	Chicoreus formosus (Sowerby, 1841)
	Chicoreus senegalensis (Gmelin,1790)
	Chicoreus sp.
	Chicoreus tenuivaricosus (Dautzenberg, 1927)
	Cytharomorula gravi (Dall, 1889)
	Dermomurex oxum Petuch, 1979
	Favartia cellulosa (Conrad, 1846)
	Favartia sp.
	Favartia varimutabilis Houart, 1991
	Latiaxis dalli Emerson & D'Attilio, 1963
	Murexiella aff. *macgintyi* (M. Smith, 1938)
	Murexiella glypta (M.Smith, 1938)
	Muricopsis neochaena (Pilsbry, 1900)
	Muricopsis oxossi Petuch, 1979
	Muricopsis sp.
	Pazinotus sp.
	Phyllonotus ocullatus (Reeve, 1845)
	sp. ñ identificado
	Trachypolia didyma Schwengel, 1943
	Trachypolia turricula (von Maltan, 1884)
	Typhis cleryi (Petit,1848)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Typhis riosi Bertsch & D'Attilio, 1980
Coralliophilidae	*Coralliophila abbreviata* (Lamarck, 1816)
	Coralliophila aberrans (C.B. Adams, 1850)
	Coralliophila sp.
	Coralliophilla aedonius (Watson,1886)
Buccinidae	*Antillophos candei* (Orbigny, 1842)
	Belomitra exsculpta (Watson, 1882)
	Cantharus karinae Usticke, 1959
	Engina sp.
	Engina turbinella (Kiener, 1835)
	Pisania pusio (Linnaeus, 1758)
	Prosipho sp.
	sp. ñ identificado
Columbellidae	*Aesopus stearnsi* (Tryon, 1883)
	Amphissa acuminata (Smith, 1915)
	Amphissa cancellata (Castellanos, 1982)
	Amphissa sp.
	Anachis catenata (Sowerby, 1844)
	Anachis helenae (Costa, 1983)
	Anachis obesa (C.B.Adams, 1845)
	Anachis sp.
	Collumbella mercatoria (Linnaeus, 1758)
	Collumbella sp.
	Mitrella aff. *profundi* (Dall, 1889)
	Mitrella albovittata Lopes, Coelho & Cardoso, 1965
	Mitrella antares Costa & Souza, 2001
	Mitrella lunata (Say, 1826)
	Mitrella sp.
	Nassarina columbellata Dall, 1889
	Nassarina minor (C.B. Adams, 1845)
	Nassarina sp.
	Nassarina thetys Costa & Absalão, 1998
	Nitidella nitida (Lamarck, 1822)
	sp. ñ identificado
	Zafrona idalina (Duclos,1840)
Nassariidae	*Nassarius* aff. *capillaris* (Watson, 1882)
	Nassarius aff. *pernitidus* (Dall, 1889)
	Nassarius albus (Say, 1826)
	Nassarius fraterculus (Dunker, 1860)
	Nassarius sp.
Fasciolariidae	*Colubraria* sp.
	Dolicholatirus sp.
	Fusinus brasiliensis (Grabau, 1904)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Fusinus frenguelli (Carcelles, 1953)
	Fusinus marmoratus (Philippi, 1846)
	Fusinus sp.
	Latirus cf.*varae* Bullock,1970
	Latirus devyanae Rios, Costa & Calvo, 1994
	Latirus ogum Petuch, 1979
	Latirus sp.
	Leucozonia nassa (Gmelin, 1791)
	Leucozonia ocellata (Gmelin, 1791)
	Pleuroploca aurantiaca (Lamarck, 1816)
	sp. ñ identificado
Volutidae	*Adelomelon* sp.
	Odontocymbiola americana (Reeve, 1856)
	Odontocymbiola sp.
	Plicoliva zelindae Petuch, 1979
Vasidae	*Vasum cassiforme* (Kiener, 1841)
Olividae	*Agaronia travassosi* Morretes, 1931
	Amalda josecarlosi Pastorino, 2002
	Amalda sp.
	Oliva aff. *circinata* Marrat, 1870
	Oliva circinata Marrat, 1870
	Olivella amblia Watson, 1882
	Olivella defiorei Klappenbach, 1964
	Olivella floralia (Diclos, 1853)
	Olivella mutica (Say, 1822)
	Olivella nivea (Gmelin, 1791)
	Olivella sp.
	Olivella watermani (McGinty, 1940)
	sp. ñ identificado
Marginellidae	*Bullata bullata* (Born, 1778)
	Bullata cf. *largillieri* (Kiener, 1834)
	Bullata largillieri (Kiener, 1834)
	Bullata sp.
	Dentimargo lasallei Talawera & Princz, 1985
	Dentimargo sp.
	Dentimargo sulcata (Orbigny, 1842)
	Gibberula sp.
	Granula lavaleeana Orbigny, 1842
	Granulina clandestinella Bavay, 1908
	Granulina ovuliformis (Orbigny, 1841)
	Granulina sp.
	Marginella cloveri Rios & Matheus, 1972
	Marginella sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Persicula catenata (Montagu, 1803)
	Persicula sagittata (Hinds, 1844)
	Persicula sp.
	Prunum bahiensis (Tomlin, 1917)
	Prunum fulminatum (Kiener, 1841)
	Prunum martini (Kiener, 1841)
	Prunum sp.
	sp. ñ identificado
	Volvarina aff. *albolineata* (Orbigny, 1842)
	Volvarina aff. *avena* (Kiener, 1834)
	Volvarina aff. *roberti* (Bavay, 1917)
	Volvarina aff. *serrei* (Bavay, 1913)
	Volvarina avena (Kiener, 1834)
	Volvarina lactea (Kiener, 1841)
	Volvarina serrei (Bavay, 1913)
	Volvarina sp.
Mitridae	*Mitra barbadensis* (Gmelin, 1791)
	Mitra larranagai (Carcelles, 1947)
	Mitra nodulosa (Gmelin, 1791)
	sp. ñ identificado
	Subcancilla candida Reeve, 1845
Costellariidae	*Vexillum cubanum* Aguayo & Rehder, 1936
	Vexillum exiguum (C.B.Adams, 1845)
	Vexillum hendersoni (Dall, 1927)
	Vexillum histrio (Reeve, 1844)
	Vexillum lixa Petuch, 1979
	Vexillum pulchellum (Reeve, 1844)
	Vexillum sp.
Cancellariidae	*Cancellaria petuchi* Harasewich,Peti & Verhecken, 1992
	Tritonoharpa lanceolata (Menke, 1828)
	Tritonoharpa leali Harasewich, Petit & Verhecken, 1992
Conidae	*Conus abrolhosensis* Petuch, 1987
	Conus aff. *abrolhosensis* Petuch, 1987
	Conus aff. *daucus* Hwass, 1792
	Conus aff. *mindanus* Hwass, 1792
	Conus aff. *regius* Gmelin, 1791
	Conus archetypus brasiliensis Clench, 1942
	Conus austini Rehder & Abbott, 1951
	Conus cf. *jaspideus* Gmelin, 1791
	Conus cf. *mindanus* Hwass, 1792
	Conus clerii (Reeve, 1844)
	Conus daucus Hwass, 1792
	Conus iansa Petuch, 1979

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Conus jaspideus Gmelin, 1791
	Conus mazei Deshayes, 1874
	Conus mindanus Hwass, 1792
	Conus regius Gmelin, 1791
	Conus riosi Petuch, 1986
	Conus sanderi Wils & Moolenbeeck, 1979
	Conus sp.
	Conus worki Petuch, 1998
	Conus xanthocinctus Petuch, 1986
Turridae	*Acmaturris brisis* Woodring, 1928
	Benthomangelia macra (Watson, 1881)
	Benthomangelia sp. 1
	?*Benthomangelia* sp. 2
	Borsonia cf. *silicea* (Watson, 1881)
	Borsonia cf. *syngenes* (Watson, 1886)
	Borsonia sp.
	Brachycythara biconica (C.B.Adams, 1850)
	Brachytoma rioensis (E.A Smith, 1915)
	Buchema aff. *liella* (Corea, 1934)
	Buchema liella (Corea, 1934)
	Buchema sp. 1
	Buchema sp. 2
	Buchema sp. 3
	Buchema tainoa (Corea, 1934)
	Cerodrillia aff. *thea* (Dall, 1883)
	Cerodrillia clappi (Bartsch & Rehder, 1939)
	Cerodrillia sp.
	Cerodrillia thea (Dall, 1883)
	Clathodrillia ? *lophoesa* (Watson, 1881)
	Clathrodrillia minor (Dautzenberg, 1900)
	Clathrodrillia sp.
	Corinaeturris rhysa (Watson, 1881)
	Corinaeturris sp.
	Crassispira premorra (Dall, 1889)
	Cryoturris aff. *diadema* Woodring, 1928
	Cryoturris citronella (Dall, 1889)
	Cryoturris serga (Dall, 1881)
	Cryoturris sp.
	Cryoturris cf. *fargoi* (McGinty, 1955)
	Daphnella lymneiformis (Kiener, 1840)
	Daphnella margaretae Lyons, 1972
	Daphnella stegeri McGinty, 1955
	Drillia aff. *oleacina* (Dall, 1889)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Drillia marmarina (Watson, 1881)
	Drilliola loprestiana (Calcara, 1841)
	Eubela limacina (Dall, 1881)
	Famelica mirmidina (Dautzemberg & Fisher, 1896)
	Famelica monotropis (Dautzemberg & Fisher, 1896)
	Fenimorea fucata (Reeve, 1845)
	Fenimorea halidorema Schwengel, 1940
	Fenimorea sp. 1
	Fenimorea sp. 2
	Gemmula periscelida (Dall, 1889)
	Glyphostoma elsae Bartsch, 1934
	Glyphostoma golfoyaquense Maury, 1917
	Glyphoturris rugirima (Dall, 1889)
	Glyphoturris sp.
	Gymnobela aff. *streptophora* (Watson, 1886)
	Gymnobela extensa Dall, 1889
	Gymnobela malmii (Dall, 1889)
	Gymnobela sp.
	Hindisclava appelii Weinkauf, 1886
	Inodrillara sp. 1
	Inodrillara sp. 2
	Ithycythara hiperlepta Haas, 1953
	Ithycythara pentagonalis (Reeve, 1845)
	Ithycythara sp. (C.B.Adams, 1850)
	Knefastia horrenda (Watson, 1885)
	Leptadrillia sp. 1
	Leptadrillia sp. 2
	Leptadrillia splendida Bartsch, 1934
	Leucosyrinx pelagia (Dall, 1881)
	Lioglyphostoma jousseaumei (Dautzenberg, 1900)
	Lioglyphostoma sp.
	Mitrolumna biplicata (Dall, 1889)
	Mitrolumna sp. 1
	Mitrolumna sp. 2
	Mitrolumna sp. 3
	Mitrolumna sp. 4
	Mitrolumna sp. 5
	Mitromorpha sp.
	Nannodiella vespuciana (Orbigny,1842)
	Neodrillia cydia Bartsch, 1943
	Phymorrinchus sp.
	Pilsbryspira leucocyma (Dall, 1884)
	Pleurotomella aff. *ipara* (Dall, 1881)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Pleurotomella aguayoi (Carcelles,1953)
	Pleurotomella circumvoluta (Watson, 1881)
	Pleurotomella ipara (Dall, 1881)
	Pleurotomella sp.
	Polystira coltrorum Petuch, 1993
	Pyrgocythara candidissima (C.B.Adams, 1845)
	Pyrgospira fuscescens (Reeve, 1843)
	Pyrgospira tampaensis (Bartsch & Rehder, 1939)
	Rimosodaphnella morra (Dall, 1881)
	Spirotropis lithocolleta (Watson, 1881)
	Splendrillia coccinata (Reeve, 1845)
	Stenodrillia acestra (Dall, 1889)
	Stenodrillia eucosmia (Dall, 1889)
	Stenodrillia gundlachi (Dall & Simpson, 1901)
	Stenodrillia haliostrephis (Dall, 1889)
	Taranis sp.
	Tenaturris bartletii (Dall, 1889)
	Thelecythara mucronata Woodring, 1928
	Typhlomangelia nivalis (Lovén, 1846)
	Veprecula sp.
	Xanthodaphne sp.
Terebridae	*Hastula hastata* (Gmelin, 1791)
	sp. ñ identificado
	Terebra brasiliensis (E.A Smith, 1873)
	Terebra duello-juradoi Carcelles, 1953
	Terebra protexta (Conrad, 1846)
	Terebra sp.
Architectonidae	*Architectonica nobilis* Röding, 1798
	Heliacus bisulcatus (Orbigny, 1845)
	Pseudomalaxis centrifuga Monterosato, 1890
	Solarium sp.
	sp. ñ identificado
Mathildidae	*Mathilda hendersoni* Dall, 1827
	Mathilda sp.
Pyramidellidae	*Careliopsis styliformis* Mörch, 1875
	Chrysallida gemmulosa (C. B. Adams, 1850)
	Chrysallida sp.
	"Egila" ektopa Pimenta & Absalão, 2004
	Eulimastoma aff. *weberi* (Morrison, 1965)
	Eulimastoma surinamense Altena, 1975
	Eulimella rudis Watson, 1885
	Eulimella smithii (Verril, 1880)
	Fargoa bushiana Bartsch, 1909

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Odostomia canaliculata C.B. Adams, 1850
	Odostomia impressa (Say, 1822)
	Odostomia laevigata (Orbigny, 1842)
	Odostomia sp.
	Odostomia virginiae Altena, 1975
	Pyramidella crenulata (Holmes, 1859)
	Pyramidella dolabrata (Linnaeus, 1758)
	Pyramidella sp.
	sp. ñ identificado
	Turbonilla aff. *enna* Bartsch, 1927
	Turbonilla aff. *fasciata* (Orbigny, 1840)
	Turbonilla aff. *unilirata* Bush, 1899
	Turbonilla aracruzensis Pimenta & Absalão, 2004
	Turbonilla arnoldoi De Jong & Coomans,1988
	Turbonilla capixaba Pimenta & Absalão, 2004
	Turbonilla cf. *anira* Bartsch, 1927
	Turbonilla coomansi Van Aartsen, 1994
	Turbonilla enna Bartsch, 1927
	Turbonilla fasciata (Orbigny, 1840)
	Turbonilla fluminensis Pimenta & Absalão, 2004
	Turbonilla goytacazi Pimenta & Absalão, 2004
	Turbonilla lepta Pimenta & Abslão, 2004
	Turbonilla pupoides (Orbigny, 1842)
	Turbonilla sp.
Amathinidae	*Iselica anomala* (C.B.Adams, 1850)
Acteonidae	*Acteon candens* Rehder, 1939
	Acteon danaida (Dall, 1889)
	Acteon pelecais Marcus, 1981
	Acteon sp.
	Acteon vagabundus (Mabille & Rochebrune, 1885)
Cylichnidae	*Acteocina bullata* (Kiener, 1834)
	Acteocina candei (Orbigny, 1842)
	Acteocina lepta Woodring, 1928
	Acteocina sp.
	Cylichna aff. *crispula* Watson, 1883
	Cylichna alba (Brown, 1827)
	Cylichna discus Watson, 1883
	Cylichna sp.
	Cylichna verrillii Dall, 1889
	Scaphander darius Marcus, 1967
Diaphanidae	*Diaphana seguenzai* (Watson, 1886)
Bullidae	*Bulla* cf. *abyssicola* Dall, 1881
	Bulla striata Bruguiére, 1792

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	sp. ñ identificado
Hamineidae	*Atys* aff. *caribaea* (Orbigny, 1841)
	Atys aff. *sandersoni* Dall, 1881
	Atys caribaea (Orbigny, 1841)
	Atys cf. *riiseana* (Morch, 1875)
	Atys mandrewii E.A. Smith, 1872
	Atys riiseana (Mörch, 1875)
	Atys sandersoni Dall, 1881
	Atys sp.
	Haminoea antillarum (Orbigny, 1841)
	Haminoea elegans Gray, 1825
	Haminoea sp.
Retusidae	*Pyrunculus ovatus* (Jeffreys, 1870)
	Pyrunculus caelatus (Bush, 1885)
	Volvulella paupercula (Watson, 1883)
	Volvulella persimilis (Mörch, 1875)
	Volvulella recta (Mörch, 1875)
Limacinidae	*Limacina bulimoides* (Orbigny, 1836)
	Limacina inflata (Orbigny, 1836)
	Limacina lesueuri (Orbigny, 1836)
Cavoliniidae	*Cavolinia gibbosa* (Orbigny, 1836)
	Cavolinia longirostris (Blainville, 1821)
	Cavolinia tridentata (Niebuhr, 1775)
	Cavolinia uncinata (Rang, 1829)
	Clio pyramidata Linnaeus, 1767
	Clio recurva Children, 1829
	Creseis acicula Rang, 1928
	Creseis sp.
	Cuvierina columnella (Rang, 1827)
	Diacria quadridentata (Blainville, 1821)
	Diacria trispinosa (Blainville,1821)
	Styliola subula (Quoy & Gaimard, 1827)
Pleurobranchidae	*Pleurobranchus inconspicua* Bergh, 1897
	Pleurobranchus sp.
Siphonariidae	*Siphonaria hispida* E.A.Smith, 1890
	Williamia krebsi (Morch, 1877)
Chromodorididae	sp. ñ identificado
Nudibranchia	sp.1 (ñ identificado)
	sp.2 (ñ identificado)
Pelecypoda	
Nucinellidae	*Nucinella serrei* Lamy, 1912
Nuculidae	*Nucula* cf. *pernambucensis* (E. A. Smith, 1885)
	Nucula puelcha Orbigny, 1846

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Nucula semiornata Orbigny, 1846
	Nucula sp.
	Nucula venezuelana Weisbord, 1964
Nuculanidae	*Ledella acinula* (Dall, 1889)
	Ledella cf. *sandersi* Allen & Hannah, 1989
	Ledella cf. *semen* (E.A. Smith, 1885)
	Ledella solidula (E.A. Smith, 1885)
	Ledella sp.
	Neilonella corpulenta
	Nuculana aff. *vitrea* (Dall, 1881)
	Nuculana cf. *concentrica* (Say, 1824)
	Nuculana larranagai Klappenbach & Scarabino, 1968
	Nuculana sp.
	Propeleda fortiana (Esteves, 1984)
	Youldiella cf. *bigutatta* Allen, Sanders & Hannah, 1995
	Youldiella sp.
Arcidae	*Anadara notabilis* (Röding, 1798)
	Arca imbricata Bruguiére, 1789
	Arca sp.
	Arca zebra (Swainson, 1833)
	Barbatia cancellaria (Lamarck, 1819)
	Barbatia candida (Helbing, 1779)
	Barbatia dominguensis (Lamarck, 1819)
	Barbatia ectocomata (Dall, 1886)
	Barbatia sp.
	Bathyarca sp.
	Bentharca asperula (Dall, 1881)
	sp. ñ identificado
Noetiidae	*Arcopsis adamsi* (Dall, 1886)
Limopsidae	*Limopsis antillensis* Dall, 1881
	Limopsis aurita (Brochi, 1814)
	Limopsis janeiroensis E. A Smith, 1915
	Limopsis minuta (Phillippi, 1836)
	Limopsis sp.
Glycymerididae	*Glycymeris* cf. *pectinata* (Gmelin, 1791)
	Glycymeris decussata (Linnaeus, 1758)
	Glycymeris longior (Sowerby, 1833)
	Glycymeris pectinata (Gmelin, 1791)
	Glycymeris sp.
	Glycymeris undata (Linnaeus, 1758)
Pteriidae	*Pinctada imbricata* Röding, 1798
	Pteria hirundo (Linnaeus, 1758)
Philobryidae	*Cosa brasiliensis* Klappenbach, 1966

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Mytilidae	*Amygdalum* sp.
	Botula fusca (Gmelin,1791)
	Brachidontes sp.
	Crenella divaricata Orbigny, 1846
	Gregariella coralliophila (Gmelin, 1791)
	Lioberus castaneus (Say, 1822)
	Lithophaga bisulcata (Orbigny, 1842)
	Lithophaga nigra (Orbigny, 1842)
	Lithophaga sp.
	Modiolus sp.
	Musculus lateralis (Say, 1822)
	Musculus sp.
	Musculus viator (Orbigny, 1846)
	sp. ñ identificado
Malleidae	*Malleus candeanus* (Orbigny, 1842)
Pinnidae	*Atrina seminuda* (Orbigny, 1846)
	sp. ñ identificado
Limidae	*Lima* aff. *scabra* (Born, 1778)
	Lima lima (Linnaeus, 1758)
	Lima scabra (Born, 1778)
	Lima sp.
	Limaria aff. *albicoma* (Dall, 1880)
	Limaria albicoma (Dall, 1880)
	Limaria floridana (Olsson & Harbison, 1953)
	Limaria sp.
	Limatula confusa (E A Smith, 1885)
	Limatula hendersoni (Olsson & McGinty, 1958)
	Limatula pygmaea (Philippi, 1845)
	Limea aff. *browniana* Dall, 1886
	Limea browniana Dall, 1886
	Limea sp.
	sp. ñ identificado
Ostreidae	*Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828)
	Ostrea cristata Born, 1778
	Ostrea sp.
Plicatulidae	*Plicatula gibbosa* Lamarck, 1801
Pectinidae	*Argopecten* aff. *gibbus* (Linnaeus, 1758)
	Argopecten gibbus (Linnaeus, 1758)
	Argopecten noronhensis (E.A.Smith, 1885)
	Chlamys benedicti (Verril & Bush, 1897)
	Chlamys sentis (Reeve, 1853)
	Chlamys sp.
	Chlamys tehuelchus (Orbigny, 1846)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Cyclopecten nanus Verril & Bush, 1897
	Leptopecten bavayi (Dautzenberg, 1900)
	Lyropecten nodosus (Linnaeus, 1758)
	Pecten chazaliei Dautzenberg, 1900
	Pecten sp.
	Pecten ziczac (Linnaeus,1758)
	sp. ñ identificado
Propeamussiidae	*Propeamussium* sp.
	Propeamussium pourtalesianum (Dall, 1886)
Spondylidae	*Spondylus americanus* Hermann, 1781
	Spondylus ictericus Reeve, 1856
	Spondylus sp.
Lucinidae	*Codakia costata* (Orbigny, 1842)
	Ctena pectinella C.B Adams, 1852
	Lucina aff. *multilineata* Tuomey & Holmes, 1857
	Lucina pectinata (Gmelin, 1791)
	Lucina rehderi Britton, 1972
	Lucina sombrerensis (Dall, 1886)
	Lucina sp.
	Myrtea lens (Verril & Smith, 1880)
	Parvilucina blanda (Dall & Simpson, 1901)
	sp. ñ identificado
Thyasiridae	*Thyasira* sp.
	Thyasira trisinuata Orbigny, 1842
Ungulinidae	*Diplodonta danieli* (Klein, 1967)
	Diplodonta nucleiformis Wagner, 1838
	Diplodonta sp.
	sp. ñ identificado
	Timothynus rehderi (Altena, 1968)
Lasaeidae	*Aligena* aff. *nucea* Dall, 1913
	Aligena texasiana Harry, 1969
	Myssela sp.
	sp. ñ identificado
Carditidae	*Carditamera micella* Penna, 1971
	Pleuromeris sanmartini Klappenbach, 1971
Condylocardiidae	*Americuna besnardi* Klappenbach, 1962
Chamidae	*Chama* aff. *macerophylla* (Gmelin, 1791)
	Chama congregata Conrad, 1833
	Chama sinuosa Broderip, 1835
	Chama sp.
	Pseudochama radians (Lamarck, 1819)
	sp. ñ identificado
Crassatellidae	*Crassinella lunulata* (Conrad, 1834)
	Crassinella maldonadensis (Conrad, 1834)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Crassinella marplatensis Castellanos, 1970
	Crassinella martinicensis (Orbigny, 1842)
	Crassinella sp.
Cardiidae	*Laevicardium brasilianum* (Lamarck, 1819)
	Laevicardium pinctum (Ravenel, 1861)
	Laevicardium sp.
	Nemocardium tinctum (Dall, 1881)
	Papyridea semisulcata (Gray, 1825)
	Papyridea soleniformis (Bruguiére, 1789)
	sp. ñ identificado
	Trachycardium magnum (Linnaeus, 1758)
	Trachycardium muricatum (Linnaeus, 1758)
	Trigoniocardia antillarum (Orbigny, 1842)
	Trigoniocardia media (Linnaeus, 1758)
Mactridae	*Mactra petit* Orbigny, 1846
	Mactra sp.
Tellinidae	*Cymatoica orientalis* (Dall,1890)
	Macoma cleryana (Orbigny, 1846)
	Macoma sp.
	Macoma tenta (Say, 1834)
	Macoma uruguayensis (E. A Smith, 1885)
	sp. ñ identificado
	Tellina (*Scissula*) sp.
	Tellina aff. *alternata* Say, 1822
	Tellina americana Dall, 1900
	Tellina exilis Lamarck, 1818
	Tellina listeri Röding, 1798
	Tellina persica Dall & Simpson, 1901
	Tellina sandix Boss, 1968
	Tellina sp.
	Tellina squamifera Deshayes, 1855
	Tellina sybaritica Dall, 1881
	Tellina trinitatis (Tomlim, 1929)
Corbulidae	*Corbula caribaea* (Orbigny, 1842)
	Corbula cubaniana Orbigny, 1853
	Corbula cymella Dall, 1881
	Corbula dietziana C.B.Adams, 1852
	Corbula lyoni Pilsbry, 1897
	Corbula operculata Phillipi, 1849
	Corbula sp.
Psammobiidae	*Solecurtus sanctaemarthae* (Orbigny, 1842)
Semelidae	*Abra aequalis* (Say, 1822)
	Abra lioica (Dall, 1881)
	Abra sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Ervilia concentrica (Holmes, 1860)
	Semele bellastriata (Conrad, 1837)
	Semele casali Doello-Jurado, 1949
	Semele nuculoides (Conrad, 1841)
	Semele purpurascens (Gmelin, 1791)
	Semele sp.
Trapeziidae	*Coralliophaga coralliophaga* (Gmelin, 1791)
Glossidae	*Meiocardia agassizii* Dall, 1889
Veneridae	*Callista eucymata* (Dall, 1889)
	Chione cancellata (Linnaeus, 1758)
	Chione cf. *latilirata* (Conrad, 1841)
	Chione paphia (Linnaeus, 1767)
	Chione pubera (Bory Saint-Vicent, 1827)
	Chione sp.
	Cyclinella sp.
	Cyclinella tenuis (Récluz, 1852)
	Gouldia cerina (C.B.Adams, 1845)
	Pitar albidus (Gmelin, 1791)
	Pitar cordatus (Schwengel, 1951)
	Pitar fulminatus (Menke, 1828)
	Pitar palmeri Fischer-Piette & Testud, 1967
	Pitar sp.
	sp. ñ identificado
	Tivela fulminata (Orbigny, 1846)
	Transenella cubaniana (Orbigny, 1842)
	Transenella sp.
	Transenella stimpsoni Dall, 1902
	Transenpitar americana (Doello-Jurado, 1951)
	Ventricolaria aff. *strigillina* (Dall, 1902)
	Ventricolaria foresti Fisher-Piette & Testud, 1967
	Ventricolaria rigida (Dillwyn, 1817)
	Ventricolaria sp.
Petricolidae	*Petricola lapicida* (Gmelin, 1791)
	Petricola typica (Jonas, 1844)
Gastrochaenidae	*Gastrochaena hians* (Gmelin, 1791)
	Gastrochaena ovata Sowerby, 1834
	Gastrochaena sp.
	Splengeria rostrata (Spengler, 1783)
Verticordiidae	*Euciroa grandis* (E. A. Smith, 1885)
	Verticordia ornata (Orbigny, 1842)
Cuspidariidae	*Cardiomya cleryana* (Orbigny, 1846)
	Cardiomya ornatissima (Orbigny, 1842)
	Cardiomya perrostrata (Dall, 1881)
	Cardiomya striata (Jeffreys, 1876)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
	Cuspidaria aff. *braziliensis* Clench, 1942
	Cuspidaria braziliensis E.A. Smith, 1915
	Cuspidaria platensis E.A Smith, 1915
	Cuspidaria sp.
	Myonera paucistriata Dall, 1886
Scaphopoda	
Dentaliidae	*Antalis cerata* (Dall, 1881)
	Antalis disparille (Orbigny, 1842)
	Antalis infracta (Odhner, 1931)
	Antalis sp.
	Antalis taphris (Dall, 1889)
	Dentalium laqueatum Verril, 1885
	Graptacme calama (Dall, 1889)
	Graptacme perlonga (Dall, 1881)
	Graptacme semistriolata (Guilding, 1834)
	Graptacme sp.
	Paradentalium americanum (Chenu, 1843)
Fustiariidae	*Fustiaria liodon* (Pilsbry & Sharp, 1897)
	Fustiaria stenoschiza (Pilsbry & Sharp, 1897)
Gadilinidae	*Episiphon didymum* (Watson, 1879)
	Episiphon sowerbyi (Guilding, 1834)
Entalinidae	*Entalina platamodes* (Watson, 1879)
	Incertae sedis
	Compressidens pressum (Pilsbry & Sharp, 1897)
Gadilidae	*Cadulus* sp.
	Gadila acus (Dall, 1889)
	Gadila aff. *cobbi* Lamprell & Healy, 1998
	Gadila sp.
	Polyschides cf. *portoricensis* (Henderson, 1920)
	Polyschides tetrachistus (Watson, 1879)
Acanthochitonidae	*Acanthochitona* sp.
Ischnochitonidae	*Ischnochiton edwini* (Mello & Pinto, 1989)
	Ischnochiton marcusi Righi, 1971
	Ischnochiton sp. 1
	Ischnochiton sp. 2
	Polyplacophora sp. 1
	Polyplacophora sp. 2
	sp. ñ identificado
Cephalopoda	
Octopodidae	sp. ñ identificado
Aplacophora	
	sp. ñ identificado

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

Tabela 22 – Lista de taxa de Polychaeta coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Polychaeta	
Scolecida	
Capitellidae Grube, 1862	*Dasybranchus caducus* (Grube, 1846)
	Leiochrides sp.
Cossuridae Day, 1963	*Notomastus lobatus* Hartman, 1947
	Cossura candida Hartman, 1955
Maldanidae Malmgren, 1867	*Axiothella* sp.
	Chirimia amoena (Kingerg, 1867)
	Clymenella sp.
	Euclymene sp.
Opheliidae Malmgren, 1867	*Ophelina acuminata* Oersted, 1843
	Ophelina cylindricaudata (Hansen, 1878)
Orbiniidae Hartman, 1942	*Naineris* sp.
Palpata, Aciculata, Phyllodocida, Aphroditiformia	
Acoetidae Kinberg, 1856	*Panthalis* sp.
	Polyodontes sp.
Aphroditidae Malmgren, 1867	*Aphroditella* sp.
	Pontogenia cf. *chrysocoma* (Baird, 1865)
Polynoidae Malmgren, 1867	*Halosydna glabra* Hartman, 1939
	Harmothoe aculeata Andrews, 1891
	Harmothoe lunulata (delle Chiaje, 1841)
	Harmothoe sp.
	Lepidonotus tenuisetosus (Gravier, 1901)
Sigalionidae Kinberg, 1856	*Leanira* sp.
	Neopsammolyce catenulata (Amaral & Nonato, 1984)
	Psammolyce flava Kinberg, 1856
	Sthenelanella atypica Berkeley & Berkeley, 1941
	Sthenolepis oculata (Hartman, 1942)
Nereidiformia	
Hesionidae Grube, 1850	*Gyptis* sp.
	Hesione sp.
Nereididae Johnston, 1865	*Ceratonereis hircinicola* (Eisig, 1870)
	Ceratonereis longicirrata Perkins, 1980
	Ceratonereis mirabilis Kinberg, 1866
	Neanthes caudata (delle Chiaje, 1841)
	Neanthes sp.
	Nereis riisei Grube, 1857
	Nicon sp.
	Perinereis floridana Ehlers, 1868

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Syllidae Grube, 1850	*Pionosyllis* sp.
	Trypanosyllis vittigera Ehlers, 1887
	Typosyllis variegata (Grube, 1860)
	Typosyllis sp.
Aciulata não posicionados	
Glyceridae Grube, 1850	*Glycera americana* Leidy, 1855
	Glycera tesselata Grube, 1863
	Glycera sp.
Goniadidae Kinberg, 1866	*Hemipodia* sp.
	Goniada maculata Oersted, 1843
Nephtyidae Grube, 1850	*Aglaophamus verrilli* (McIntosh, 1885)
	Aglaophamus sp.
	Nephtys simoni Perkins, 1980
Phyllodocidae Oersted, 1843	*Nereiphylla castanea* (Merenzeller, 1879)
	Phyllodoce madeirensis Langerhans, 1880
	Phyllodoce sp.
Palpata, Aciculata, Amphinomida	
Amphinomidae Savigny, 1818	*Chloeia* cf. *viridis* Schmarda, 1861
	Eurythoe complanata (Pallas, 1766)
	Hermodice carunculata (Pallas, 1766)
	Notopygos sp.
Palpata, Aciculata, Eunicida	
Eunicidae Berthold, 1827	*Eunice donathi* Carrera-Parra and Salazar-Vallejo, 1998
	Eunice cf. *edwinlinkae* Carrera-Parra and Salazar-Vallejo, 1998
	Eunice filamentosa Grube, 1856
	Eunice fucata Ehlers, 1887
	Eunice marcusi Zanol, Paiva & Attolini, 2000
	Eunice multicylindri Shisko, 1981
	Eunice cf. *nicidioformis* Treadwell, 1906
	Eunice ornata Andrews, 1891
	Eunice stigmatura (Verrill, 1900)
	Eunice thomasiana Augener, 1922
	Eunice violaceomaculata Ehlers, 1887
	Eunice cf. *websteri* Fauchald, 1969
	Eunice spp.
	Eunice (Nicidion) spp.
	Euniphysa sp.
	Lysidice spp.
	Marphysa sp.
	Palola brasiliensis Zanol, Paiva & Attolini, 2000
	Palola sp.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Lumbrineridae Schmarda, 1861	*Abyssoninoe* sp.
	Eranno sp.
	Lumbrineriopsis mucronata (Ehlers, 1908)
	Lumbrineris latreilli (Audouin & Milne-Edwards, 1834)
	Lumbrineris sp.
	Scoletoma tetraura (Moore, 1911)
Oenonidae Kinberg, 1865	*Arabella mutans* (Chamberlin, 1919)
	Drilonereis filum (Claparède, 1868)
	Oenone fulgida Savigny, 1818
Onuphidae Kinberg, 1865	*Diopatra tridentata* Hartman, 1944
	Hyalinoecia sp.
	Kinbergonuphis sp.
Palpata, Canalipalpata, Sabellida	
Sabellidae Latreille, 1825	*Hypsicomus elegans* (Webster, 1884)
Serpulidae Latreille, 1825	*Pomatostegus stellatus* (Abildgaard, 1789)
	Spirobranchus giganteus (Pallas, 1767)
	Vermiliopsis sp.
Palpata, Canalipalpata, Terebellida, Cirratuliformia	
Cirratulidae Ryckholdt, 1851	*Cirriformia tentaculata* (Montagu, 1808)
	Tharyx sp.
Flabelligeridae Saint-Joseph, 1894	*Diplocirrus* sp.
	Piromis roberti (Hartman, 1951)
	Therochaeta sp.
Sternaspidae Carus, 1863	*Sternaspis capillata* Nonato, 1966
	Sternaspis sp.
Terebelliformia	
Ampharetidae Malmgren, 1866	Melinninae gen. sp.
Terebellidae Grube, 1850	*Loimia medusa* (Savigny, 1818)
Trichobranchidae Malmgren, 1865	*Terebellides* sp.
Palpata, Canalipalpata, Spionida	
Magelonidae Cunningham & Ramage, 1888	*Magelona* sp.

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

Tabela 23 – Lista de taxa de Crustacea coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécies e Morfotipos
Subfilo Crustacea	
Classe Maxillopoda Dahl, 1956	
Infraclasse Cirripedia Burmeister, 1834	
Ordem Sessilia Lamarck, 1918	
Família Corolunidae Leach, 1817	*Coronula* sp.
Ordem Pedunculata Lamarck, 1818	
Família Heteralepadidae Nilsson-Cantell, 1921	*Heteralepas* sp.
Ordem Myodocopida Sars, 1866	
Ordem Podocopida Sars, 1866	Superfamília Bairdioidea Sars, 1865
Classe Malacostraca	
Ordem Leptostraca Claus, 1880	
Família Nebaliidae Samouelle, 1819	
Ordem Amphipoda Latreille, 1816	
Subordem Gammaridea Latreille, 1816	
Família Ampeliscidae Costa, 1857	*Ampelisca spp.*
Família Ampithoidae Stebbing, 1899	
Família Aoridae Walker, 1908	
Família Isaeidae Dana, 1853	
Família Leucothoidae Dana, 1852	*Leucothoe spp.*
Família Liljeborgidae Stebbing, 1899	
Família Lysianassidae Dana, 1849	
Família Melitidae Bousfield, 1977	
Família Phliantidae Stebbing, 1899	
Família Platyischnopidae Barnard & Drummond, 1979	
Família Synopiidae Dana, 1853	
Ordem Isopoda Latreille, 1817	
Subordem Anthuridea Monod, 1922	
Família Leptanthuridae Poore, 2001	*Accalathura* sp.
Subordem Asellota Latreille, 1802	
Subordem Flabellifera Sars, 1882	
Família Cirolanidae Dana, 1852	*Bathynomus giganteus* A. Milne Edwards,
	Bathynomusmiyarei Lemos de Castro, 1978
	Bathynomus obtusus Magalhães e Young, 2003
	Calyptolana sp.
	Cirolana sp
	Colopisthus sp.
	Eurydice sp.
	Excirolana sp.
	Metacirolana sp.
	Natatolana sp.
	Politolana sp.
	Rocinela sp.

Classificação	Espécies e Morfotipos
Família Corallanidae Hansen, 1890	*Excorallana* sp.
Família Cymothoidae Leach, 1814	
Família Gnathiidae Leach, 1814	*Gnathia* spp.
Família Limnoridae White, 1850	
Família Serolidae Dana, 1852	
Família Sphaeromatidae Latreille, 1825	
Subordem Valvifera Sars, 1882	
Família Arcturidae Dana, 1849	
Família Idoteidae Samouelle, 1819	*Erichsonella* sp.
Ordem Stomatopoda Latreille, 1817	
Família Gonodactylidae Giesbrecht, 1910	*Neogonodactylus lacunatus* (Manning, 1966)
	Neogonodactylus spinulosus (Schmitt, 1924)
	Neogonodactylus sp.
Família Odontodactylidae Manning, 1980	*Odontodactylus havanensis* (Bigelow, 1893)
Família Pseudosquillidae Manning, 1977	*Pseudosquilla ciliata* (Fabricius, 1787)
Família Squillidae Latreille, 1802	*Squilla edentata* (Lunz, 1937)
	Squilla grenadensis Manning, 1969
	Squilla obtusa Holthuis, 1959
Ordem Decapoda Latreille, 1802	
Família Alpheidae Rafinesque, 1815	*Alpheus amblyonyx* Chace, 1972
	Alpheus cristulifrons Rathbun, 1900
	Alpheus floridanus Kingsley, 1878
	Automate sp.
	Synalpheus sp.
Família Bresiliidae Calman, 1896	*Pseudocheles chacei* Kensley, 1983
Família Hippolytidae Bate, 1888	*Latreutes fucorum* (Fabricius, 1798)
	Trachycaris restricta (A. Milne Edwards, 1878)
Família Palaemonidae Borradaile, 1815	*Brachycarpus biunguiculatus* (Lucas, 1849)
	Leander tenuicornis (Say, 1818)
Subfamília Pontoniinae Kingsley, 1878	*Anchistioides antiguensis* (Schmitt, 1924)
	Periclimenaeus bermudensis (Armstrong, 1940)
	Pontonia manningi Fransen, 2000
Família Pasiphaeidae Dana, 1852	*Leptochela* (*Leptochela*) *serratorbita* Bate, 1888
Família Processidae Ortmann, 1890	*Processa brasiliensis* Christoffersen, 1979
Família Axiidae Huxley, 1879	*Coralaxius abelei* Kensley e Gore, 1981
Família Callianassidae Dana, 1852	Callianassidae gen. sp.
Família Upogebiidae Borradaile, 1903	*Pomatogebia operculata* (Schmitt, 1924)
	Upogebia sp.
Família Palinuridae Latreille, 1802	*Justitia longimanus* H. Milne Edwards, 1837
Família Galatheidae	*Munida forceps* A. Milne-Edwards, 1880
	Munida spinifrons Henderson, 1885
	Munidopsis sp.
	Munidopsis sp. nov.

Classificação	Espécies e Morfotipos
Família Porcellanidae Haworth, 1825	*Pachycheles ackleianus* A. Milne-Edwards, 1880
	Petrolisthes sp.
Família Dromiidae De Hann, 1833	*Moreiradromia antillensis* (Stimpson, 1858)
Família Homolidae De Haan, 1839	*Homola barbata* (Fabricius, 1793)
Família Calappidae H. Milne Edwards, 1837	*Acanthocarpus bispinosus* A. Milne-Edwards, 1880
	Calappa gallus (Herbst, 1803)
	Cryptosoma balgueri (Desbonne, 1867)
	Osachila antillensis Rathbun, 1916
Família Dorippidae MacLeay, 1838	*Ethusa americana* A. Milne Edwards, 1880
Família Goneplacidae MacLeay, 1838	*Bathyplax typhla* A. Milne Edwards, 1880
	Nanoplax xanthiformis (A. Milne-Edwards, 1880)
	Neopilumnoplax americana (Rathbun, 1898)
Família Leucosiidae Samouelle, 1819	*Callidactylus asper* Stimpson, 1871
	Iliacantha sparsa Stimpson, 1871
	Myropsis quinquespinosa Stimpson,
	Speloephorus elevatus Tathbun, 1898
	Lithadia sp.
Família Majidae Samouelle, 1819	*Apiomithrax* sp.
	Aepinus septemspinosus (A. Milne Edwards, 1879)
	Collodes armatus Rathbun, 1898
	Collodes rostratus A. Milne Edwards, 1880
	Collodes trispinosus Stimpson, 1871
	Epialtus bituberculatus H. Milne Edwards, 1834
	Herbstia depressa Stimpson,
	Leurocyclus tuberculosus (H. Milne Edwards e Lucas, 1843)
	Macrocoeloma eutheca (Stimpson, 1871)
	Macrocoeloma laevigatum (Stimpson, 1860)
	Macrocoeloma septemspinosum (Stimpson, 1871
	Macrocoeloma trispinosum (Latreille, 1825)
	Microlissa brasiliensis (Rathbun, 1923)
	Mithraculus forceps (A. Milne Edwards, 1875)
	Mithrax hemphilli Rathbun, 1923
	Mithrax sp.
	Mycrophrys bicornutus (Latreille, 1825)
	Nemausa acuticornis (Stimpson, 1870)
	Nemausa cornutus (Saussure, 1857)
	Picroceroides tubularis Miers, 1886
	Podochelaalgicola Stebbing, 1914
	Podochela brasiliensis Coelho, 1972
	Podochela gracilipes Stimpson, 1871
	Podochela riisei Stimpson, 1860
	Podochela sp.

Classificação	Espécies e Morfotipos
	Rochinia gracilipes A. Milne Edwards, 1875
	Stenorhynchus seticornis (Herbest, 1788)
Família Palicidae Bouvier, 1898	*Palicus alternatus* Rathbun, 1897
Família Parthenopidae MacLeay, 1838	*Parthenope (Platylambrus) fraterculus* (Stimpson, 1871)
	Parthenope (Platylambrus) serrata (H. Milne-Edwards, 1834)
	Thyrolambrus astroides Rathbun, 1894
Família Pinnotheridae De Haan, 1833	*Holothuriophilus tomentosus* (Ortmann, 1894)
	Dissodactylus crinitichelis Moreira, 1901
Família Portunidae Rafinesque, 1815	*Cronius tumidulus* Stimpson, 1871
	Laleonectes vocans (A. Milne Edwards, 1878)
	Portunus anceps (Saussure, 1858)
	Portunus ordwayi (Stimpson, 1860)
Família Raninidae De Haan, 1839	*Ranilia constricta* A. Milne Edwards, 1880
	Ranilia muricata H. Milne Edwards, 1837
	Symethis variolosa (Fabricius, 1793)
Família Xanthidae MacLeay, 1838	*Allactaea lithostrota* (Williams, 1974)
	Glyptoxanthus vermiculatus (Lamarck, 1818)
	Melybia thalamita Stimpson, 1871
	Micropanope sp.
	Paractaea rufopunctata nodosa (Stimpson, 1860)
	Pilumnoides coelhoi Guinot e MacPherson, 1987
	Pilumnoides hassleri A. Milne-Edwards, 1880
	Pilumnus spinosissimus Rathbun, 1898
	Platypodiella spectabilis (Herbst, 1794)

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

Tabela 24 – Lista de taxa de Echinordemata coletada pelo ReviZEE – SCORE Central.

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Filo Echinordemata	
Classe Crinoidea	
Ordem Isocrinida Sievert-Doreck, 1952	
Família Isocrinidae Gislén, 1924	*Endoxocrinus maclearanus* (Thomson, 1877)
Ordem Comatulida Clark, 1908	
Família Tropiometridae H.A. Clark, 1908	*Tropiometra carinata carinata* (Lamarck, 1816)
Classe Asteroidea	
Ordem Paxillosida Perrier, 1884	
Família Astropectinidae Gray, 1840	*Astropecten* sp. Madsen, 1950
	Astropecten brasiliensis Müller & Troschel, 1842
	Astropecten cingulatus Sladen, 1883
	Astropecten acutiradiatus Tortonese, 1956
	Psilaster cassiope Sladen, 1889
Família Luidiidae Verrill, 1889	*Luidia clathrata* (Say, 1825)
	Luidia alternata alternata (Say, 1825)
Família Goniopectinidae Verrill, 1889	
Ordem Notomyotida Ludwig, 1910	
Família Benthopectinidae Verrill, 1894	*Cheiraster (Cheiraster) planus* Verrill, 1915
Ordem Valvatida Perrier, 1884	
Família Asterinidae Gray, 1840	*Asterina* sp. Nardo, 1834
Família Goniasteridae Forbes, 1841	*Mediaster bairdi capensis* Stimpson, 1857
	Tosia parva (Perrier, 1881)
	Nymphaster arenatus (Perrier, 1881)
	Plinthaster dentatus Perrier, 1884
	Rosaster alexandri Perrier, 1881
Família Oreasteridae Fisher, 1911	*Oreaster reticulatus* (Linnaeus, 1758)
Família Ophiodiasteridae Verril, 1867	*Ophidiaster alexandri* Verril, 1915
	Linckia guildingii Gray, 1840
	Tamaria cf. *floridae* (Perrier, 1881)
	Narcissia trigonaria Sladen, 1883
	Ordem Spinulosida Perrier, 1884
	Família Echinasteridae Verril, 1867
	Echinaster sp. Müller & Troschel, 1840
	Echinaster (*Othilia*) *brasiliensis* Müller & Troschel, 1842
	Echinaster (*Othilia*) *guyanensis* Clark, 1987
Ordem Forcipulatida Perrier, 1893	
Família Asteriidae Gray, 1840	*Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)
Família Zoroasteridae Sladen, 1889	*Zoroaster fulgens* Thomson, 1873
Classe Ophiuroidea	
Ordem Ophiurida Müller & Troschel, 1840	

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Família Ophiactidae Matsumoto, 1915	*Ophiactis savignyi* Lütken, 1856
	Ophiactis lymani Ljungman, 1871
Família Ophiocomidae Ljungman, 1867	*Ophiocoma* sp. Agassiz, 1836
	Ophiocoma pumila Lütken, 1859
	Ophiocoma wendtii Müller &Trochel, 1842
	Ophiopsila sp. Forbes, 1843
	Ophiopsila riisei Lutken, 1859
Família Ophiodermatidae Ljungman, 1867	*Ophioderma* sp. Müller & Troschel, 1840
	Ophioderma appressum (Say, 1825)
	Ophioderma januarii Lutken, 1856
Família Ophionereididae (Matsumoto, 1915)	*Ophionereis* sp. Luetken, 1859
	Ophionereis reticulata Say, 1825
	Ophionereis squamulosa (Koehler, 1914)
	Ophionereis olivacea Clark 1901
Família Ophiuridae Lyman, 1865	*Ophioplax* sp. Lyman, 1875
	Ophiomusium sp. Lyman, 1869
	Ophioceramis januarii Lutken, 1856
	Ophiosphalma sp. (McClendon, 1909)
	Ophiolepis paucispina (Say, 1825)
	Ophiolepis impressa Lütken, 1859
Família Ophiotrichidae Ljungman, 1866	*Ophiothrix* sp. Müller & Troschel, 1840
	Ophiothrix angulata (Say, 1825)
Família Hemieuryalidae Verrill, 1899	
Família Amphiuridae Ljungman, 1867	*Amphiodia planispina* (Martens, 1867)
Ordem Phrynophiurida Matsumoto, 1915	
Família Ophiomyxidae Ljungman, 1866	*Ophiosciasma* sp.
	Ophiomyxa flaccida (Say, 1825)
Família Gorgonocephalidae Ljungman, 1867	
Família Asteronychidae Müller & Troschel, 1842	*Asteronyx loveni* (Müller & Troschel, 1842)
	Astrodia tenuispina (Verrill, 1884)
Classe Echinoidea	
Ordem Cidaroida Claus, 1880	
Família Cidaridae Gray, 1825	*Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816)
	Stylocidaris lineata Mortensen, 1910
	Tretocidaris cf. *bartletti* (Agassiz, 1880)
Ordem Echinothurioida Claus, 1880	
Família Echinothuriidae Thomson, 1872	*Paraphormosoma alternans* (de Meijere, 1902)
	Phormosoma placenta Thomson, 1872
Ordem Diadematoida Duncan, 1889	
Família Diadematidae Gray, 1855	*Diadema* sp. Gray, 1825
Ordem Temnopleuroida Mortensen, 1942	
Família Toxopneustidae Troschel, 1872	*Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)
	Tripneustes ventricosus (Lamarck, 1816)

Classificação	Espécies ou Morfotipos
Ordem Clypeasteroida Agassiz, 1872	
Família Mellitidae Stefanini, 1911	*Leodia sexiesperforata* (Leske, 1778)
Família Clypeasteridae Agassiz, 1835	*Clypeaster* sp. Lamarck, 1801
	Clypeaster rosaceus (Linnaeus, 1758)
	Clypeaster subdepressus (Gray, 1925)
	Clypeaster ravenelli Agassiz, 1869
Ordem Spatangoida Claus, 1876	
Família Schizasteridae Lambert, 1905	*Agassizia excentrica* A. Agassiz, 1869
Família Loveniidae Lambert, 1905	*Homolampas lovenioides* Mortensen, 1948
Família Brissidae Gray, 1855	*Brissopsis atlantica* Mortensen, 1907
Classe Holothuroidea	
Ordem Aspidochirotida Grube, 1940	
Família Holothuriidae Ludwig, 1894	
Ordem Dendrochirotida Brandt, 1835	
Família Cucumaridae Ludwig, 1894	
Família Phyllophoridae Oestergren, 1907	
Ordem Elasipodida Théel, 1882	
Família Elpidiidae Théel, 1879	*Scotoplanes* sp. Théel, 1882
Ordem Apodida Brandt, 1835	
Família Chiridotidae Oestergren, 1898	*Chiridota rotifera* (Pourtalés, 1851)

Fonte: Lavrado e Ignácio (2006).

2.7.3.2 Bentos de fundos duros ou consolidados – banco de Abrolhos

Um recife coralíneo, sob o ponto de vista geomorfológico, é uma estrutura rochosa, rígida, resistente à ação mecânica de ondas e correntes marinhas, construída por organismos marinhos (animais e vegetais) portadores de esqueleto calcário (SERAFIM; HAZIN, 2005). O termo denominado de ambiente recifal é utilizado normalmente para designar ambientes consolidados, formados por recifes de coralíneos. Apesar disso, os corais não são os únicos organismos que caracterizam um ambiente recifal, pois o substrato consolidado que forma um recife pode ter origem de rochas, estruturas artificiais e algas, ou até mesmo diversas associações entre essas estruturas.

O banco de Abrolhos suporta a mais rica fauna de recife de coral no Atlântico Sul. Embora a riqueza de espécies não seja tão alta quanto à registrada em outras regiões biogeográficas, como o Triângulo dos Corais, o banco de Abrolhos engloba uma das amostras mais representativas dos recifes endêmicos do Atlântico Sul (DUTRA et al., 2011). Os recifes brasileiros como um todo, e o banco de Abrolhos em particular, são especialmente relevantes para a conservação da biodiversidade no Oceano Atlântico, porque eles concentram altos níveis de endemismo em áreas menores. As proporções de espécies endêmicas (áreas para os recifes brasileiros) podem ser três a quatro vezes maiores que as do Caribe (MOURA, 2003). Entre as estruturas encontradas nos recifes de Abrolhos, destacamos os chapeirões, que representam uma forma de crescimento única entre os recifes conhecidos no mundo. Essas formações consistem em pilares estreitos, que podem estar ou não isolados, cujos topos são expandidos lateralmente, alcançando

50 metros de diâmetro e 25 metros de altura, lembrando cogumelos planos (LEÃO; KIKUCHI; TESTA, 2003). Esse ecossistema único de formações recifais, que ocorre em águas relativamente turvas, está sujeito à forte influência costeira/estuarina (LEÃO; GINSBURG, 1997).

Através de um levantamento sistematizado realizado por Dutra et al. (2011), informações sobre diversos grupos foram levantadas ao longo do banco de Abrolhos. Para os Antozoários (corais e similares) foram registradas 39 espécies (21 famílias) e os corais ecleractinios (corais construtores) são representados por 19 espécies (11 famílias). Duas espécies raras de corais azooxantelados (*Rhizopsammia goesi* e *Rhizosmilia maculata*) foram registradas. A grande maioria das espécies de antozoários e hidrocorais estão distribuídas ao longo de todo o banco de Abrolhos, no entanto algumas preferências por *habitats* com condições específicas foram observadas. Algumas espécies ocorrem em maiores densidades no topo ou na parede do recife, ou no arco interno ou externo das formações recifais.

Abaixo estão descritas informações gerais de outros grupos com base no trabalho de Dutra et al. (2011):

- Plantas marinhas: 100 espécies, compreendendo 42 de algas verdes (Chlorophyta), 24 de algas marrom (Phaeophyta), 32 de algas vermelhas (Rhodophyta) e duas de gramas marinhas (Magnoliophyta). Destas, as famílias com maior representatividade são Dictyotaceae, Udoteaceae, Caulerpaceae e Corallinaceae.
- Moluscos moles bentônicos: 293 espécies, sendo 38 endêmicas, o que sugere uma discreta unidade biogeográfica para a costa brasileira.
- Vermes poliquetas de substrato mole: 90 espécies, a grande maioria cosmopolita ou registrada ao longo da província biogeográfica do Caribe.
- Crustáceos: 535 espécies, o que faz do banco de Abrolhos o local com maior biodiversidade de crustáceos do Brasil, porém com baixo nível de endemismo.

2.8 ICTIOFAUNA

A biodiversidade marinha está cada vez mais ameaçada pela sobrepesca, semelhante às tendências mundiais. Peixes associados a ambientes costeiros constituem significativa fonte de alimentos para populações humanas e também desempenham um papel significativo no balanço energético desses ecossistemas. Essa ictiofauna é rica e essa riqueza pode ser explicada pelas diferentes condições climáticas a que são submetidas ao longo de milhares de quilômetros de litoral e ainda pela diversidade de *habitats* registrados (estuários, recifes coralíneos biogênicos ou não, ilhas oceânicas etc.). Nesse contexto, os peixes são importantes componentes dos diversos ecossistemas marinhos encontrados na plataforma continental da zona econômica exclusiva do Brasil. Devido à posição de muitas espécies na cadeia trófica, a sua estrutura de comunidades, presença ou abundância podem constituir-se em importantes indicadores da saúde desses ambientes (MARTIS; OLAVO; COSTA, 2005).

Entre as diversas famílias que são registradas nessas regiões, os representantes de Sciaenidae são os mais comumente encontrados em águas rasas da plataforma continental, próximo às desembocaduras de grandes rios, sobre fundos de areia ou lama. Algumas espécies são encontradas em áreas de fundo rochoso (como representantes dos gêneros *Equetus* e *Odontoscion*). Jovens e adultos de várias

espécies utilizam áreas estuarinas para crescimento e alimentação. Esses peixes representam um dos principais recursos pesqueiros de águas rasas em muitas regiões tropicais a temperadas quentes.

2.8.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência do estudo compreende a região marinha adjacente a foz do rio Doce. Foi considerado um raio de vinte quilômetros a partir da foz em direção ao alto mar, conforme estudos realizados pelo ICMBio, IBAMA, Golder Associates e UFES. Essa área está dentro das divisões geográficas influenciadas pela Região Central do Programa ReviZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva) do mmA.

2.8.2 METODOLOGIA

A caracterização da ictiofauna foi desenvolvida por meio de informações secundárias disponíveis em bancos de dados, bibliografias, entidades ambientais públicas e privadas. As seguintes bases de dados foram utilizadas para o levantamento e a sistematização dos dados secundários da fauna da região:

- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (bdtd.ibict.br);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFES (www.biblioteca.udes.br);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFV (www.bbt.ufv.br);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFMG (www.bu.ufmg.br);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UNIFAL (www.unifal-mg.edu.br/bibliotecas/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFVJM (www.ufvjm.edu.br/biblioteca/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFSJ (www.dibib.ufsj.edu.br/site/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFLA (www.biblioteca.ufla.br/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UNIFEI (site2016.unifei.edu.br/ensino/bibliotecas/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UFOP (www.sisbin.ufop.br/novoportal/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da PUC Minas (www.pucminas.br/AdministracaoSuperior/Paginas/Biblioteca.aspx);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da UVV (www.uvv.br/servicos/biblioteca/);
- Base de dados do Sistema de Bibliotecas da EMESCAM (www.emescam.br/paginas/conteudo/servico-biblioteca/biblioteca-emescam/biblioteca/base-de-dados);
- Base de dados do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP (www.usp.br/sibi);
- Base de dados do Portal de Serviços e Conteúdo Digital da CRUESP-Unibibliweb - USP, UNESP e Unicamp;
- Base de dados SciELO (www.scielo.org);
- Sistema de Informação do Programa Biota – Fapesp (www.biota.org.br);
- Sistema de Informação do Projeto Taxonline (www.taxonline.ufpr.br);
- FishBase (www.fishbase.org);
- Neodat (www.neodat.org).

Além dessas informações, coleções científicas de três instituições que apresentam material coligido na região em estudo também foram consultadas:

- Rio de Janeiro: Museu Nacional do Rio de Janeiro – **MNRJ** (Universidade Federal do Rio de Janeiro) (via *on-line* Neodat);
- São Paulo: Museu de Zoologia – **MZUSP** (Universidade de São Paulo) (via *on-line* Neodat);
- Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo: CIUFES Species Link network (http://splink.cria.org.br);
- Rio Grande do Sul: Museu de Ciências e Tecnologia – **MCP** (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul) (via *on-line* Neodat).

A nomenclatura científica utilizada segue os catálogos e referências tradicionais dos grupos aquáticos (MENEZES et al., 2003).

Para os peixes marinhos, as seguintes bibliografias foram utilizadas para compor a lista referencial de espécies: Correa e Krohling (2010), Caldeira (2009), Simon (2010), Pinheiro (2010), Pimentel (2013), Macieira (2013), Lima (2012), Bolzan (2014), Andrade (2016) e Neto (2013).

2.8.3 RESULTADOS

As informações levantadas para a foz do rio Doce e o ambiente marinho adjacente indicam a ocorrência de pelo menos 399 espécies de peixes (**Tabela 25**), distribuídas em 48 ordens e 102 famílias, sendo o grupo Percomorpharia (8,5%; 34 espécies) e as ordens, Gobiiformes (6,8%, 27 espécies), Pleuronectiformes (6,8%; 27 espécies), Tetraodontiformes (6,5%; 26 espécies), Carangiformes (6,2%; 25 espécies) e Perciformes (5,5%, 22 espécies) as mais representativas (**Figura 117**). Considerando as famílias, as maiores riquezas foram registradas para Sciaenidae (7,1%; 28 espécies), Carangidae (5,5%; 22 espécies), Serranidae (5,1%; 20 espécies) e Gobiidae (4,7%; 19 espécies) (**Figura 118**).

De acordo com o número de espécies de peixes predominantemente marinhos registrados para costa brasileira por Menezes et al. (2003), a riqueza de táxons levantada para a foz do rio Doce e ambiente marinho adjacente representa 30,8%.

Figura 117 – Frequência absoluta de táxons levantados para a foz do rio Doce e ambiente marinho adjacente, distribuídos de acordo com as ordens.

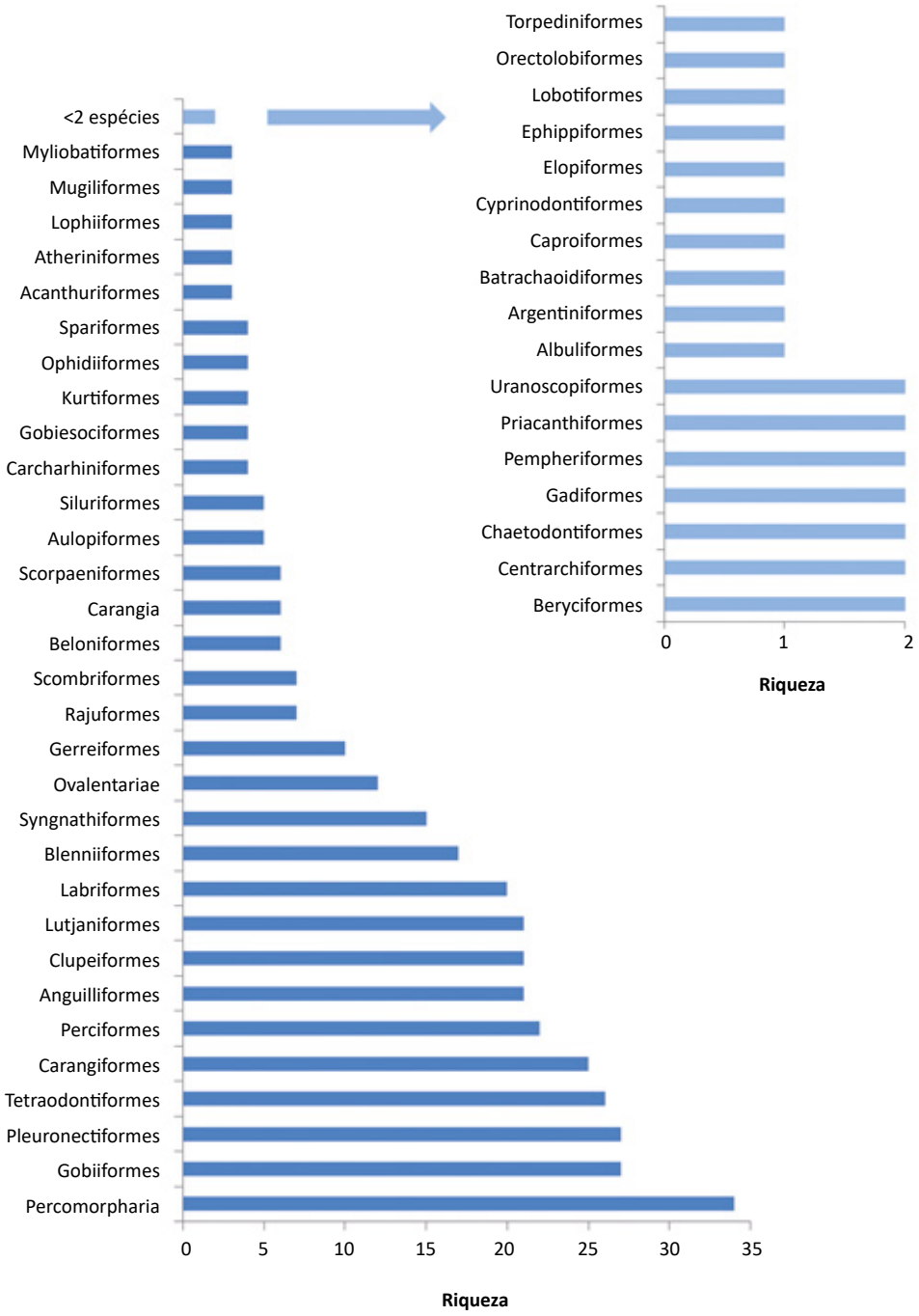
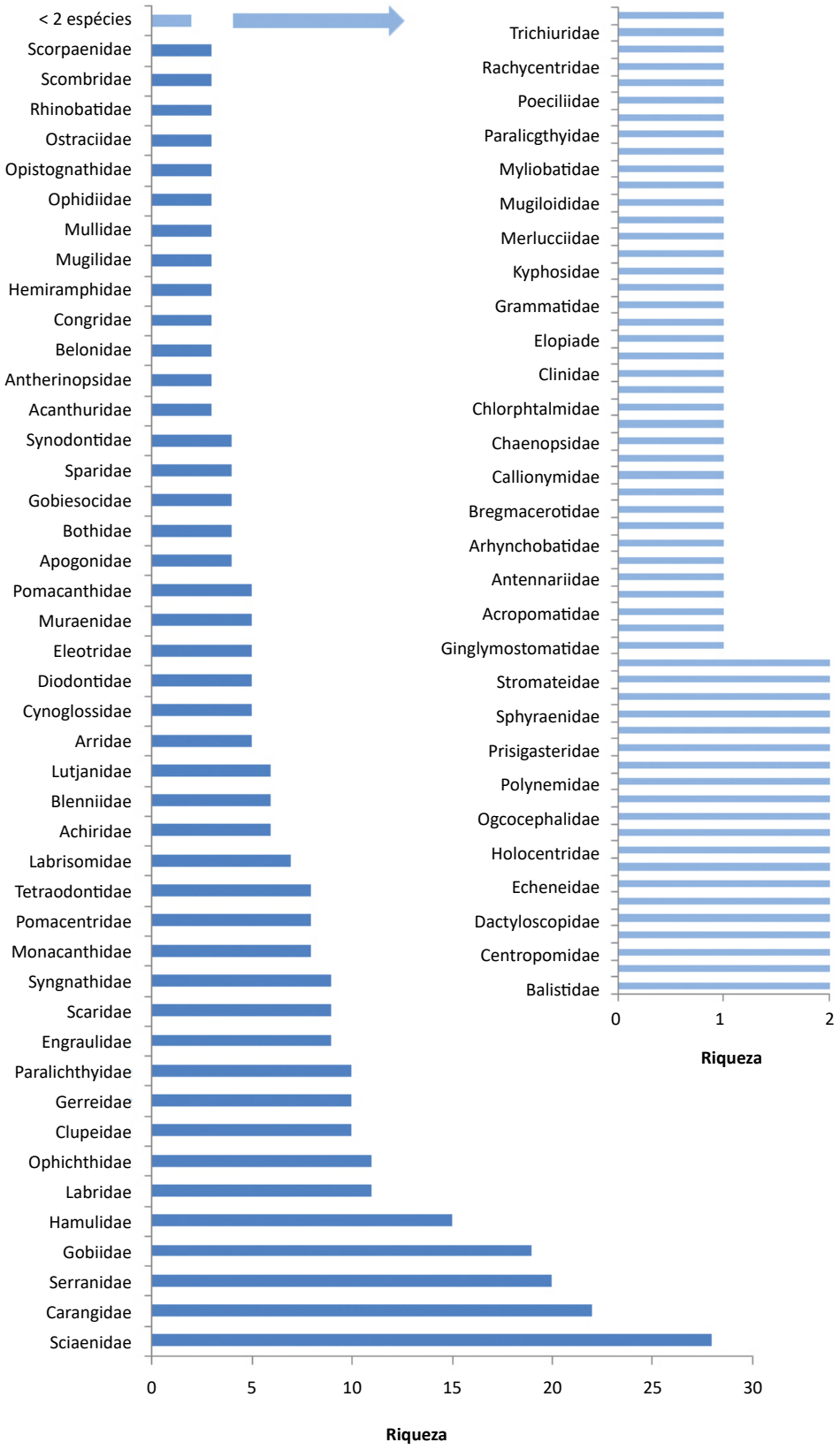


Figura 118 – Número de táxons levantados para a foz do rio Doce e ambiente marinho adjacente, distribuídos de acordo com as famílias.



2.8.3.1 Espécies raras e ameaçadas

Recentemente, o esforço conjunto de diversos especialistas permitiu a avaliação do *status* de conservação de 4.507 espécies de peixes (3.131 de água doce e 1.376 marinhos) ocorrentes no Brasil, a qual resultou no diagnóstico que indicou que cerca de 10% das espécies avaliadas estão ameaçadas de extinção, sendo 3% incluídas na categoria de "Quase Ameaça" (MMA, 2016). O esforço de avaliação do *status* de conservação das espécies de peixes no Brasil culminou com a publicação da Lista de Espécies Ameaçadas, por meio da Portaria nº 445 do mmA de 17 de dezembro de 2014.

De acordo com Portaria mmA nº 445/2014 e com base nas listas de espécies ameaçadas de extinção do Espírito Santo (PASSAMANI; MENDES, 2007), foram identificadas 26 espécies categorizadas como ameaçadas (**Tabela 26**).

Para a região marinha, segundo Vieira e Gasparini (2007), há doze espécies ameaçadas, destas seis devido à sobrepesca, quatro por captura com fins ornamentais e duas por caça/pesca submarina. Entre essas espécies, estão o mero (*Epinephelus itajara*), tubarão-gralha-branca (*Carcharhinus logimanus*), cação martelo (*Sphyma tiburo*), entre outras.

2.8.3.2 Espécies introduzidas (exóticas)

Apesar das confusões conceituais na utilização dos termos, as denominações "espécie exótica", "espécie introduzida", "espécie alienígena", "espécie não nativa" e "espécie não indígena" devem ser consideradas sinônimas. De forma geral e simplificada, esses termos correspondem a "toda e qualquer espécie transportada e solta pelo homem, ou seja, introduzida, fora de sua área de distribuição natural, intencional ou acidentalmente" (FAO, 2006). Uma definição mais precisa é dada pela The World Conservation Union (IUCN, 2000; 2006): "espécie, subespécie ou o menor nível taxonômico identificável, encontrado fora de sua área de distribuição natural (atual ou precedente) e potencial dispersão (i.e. fora da área que ocupa naturalmente ou que poderia ocupar sem auxílio direto ou indireto do ser humano) incluindo qualquer parte, gameta ou propágulo da espécie que possa sobreviver e posteriormente reproduzir".

O aparecimento ou aumento de populações de espécies "exóticas" pode causar a redução ou extinção de populações nativas locais, devido à competição por alimentação, abrigo e à disseminação de parasitos. A extinção das espécies ou a alteração da sua composição nos ecossistemas pode causar perdas irreversíveis aos recursos naturais. Os resultados da redução da biodiversidade são a redução dos recursos genéticos, a perda do potencial de fontes de alimentação e controle de doenças, e a redução da estabilidade dos ecossistemas (KNAPP e MATTHEWS, 2000a,b).

Para o ambiente marinho, segundo Gondolo e Cunningham (2005), há registro de espécies invasoras marinhas na área de estudo fundamentado apenas por comunicação pessoal e ainda aguardam confirmação por meio de publicações. Essas espécies são a *Butis koilomatodon* e a *Pterois volitans* que estariam distribuídas entre Santa Catarina e o Pará.

Tabela 25 – Lista da composição geral da ictiofauna do ambiente marinho adjacente registrada por meio de levantamento de dados secundários.

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Ovalentariae	Pomacentridae	*Abudefduf saxatilis*	Sargentinho	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Ostraciidae	*Acanthostracion polygonius*	Peixe cofre	Poey, 1876	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Ostraciidae	*Acanthostracion quadricornis*	Peixe cofre	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Acanthuriformes	Acanthuridae	*Acanthurus bahianus*	Cirurgião	Castelnau, 1855	NÃO	Ampla
Acanthuriformes	Acanthuridae	*Acanthurus chirurgus*	Cirurgião	(Bloch, 1787)	NÃO	Ampla
Acanthuriformes	Acanthuridae	*Acanthurus coeruleus*	Cirurgião	Bloch & Schneider, 1801	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Achiridae	*Achirus achirus*	Linguado	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Achiridae	*Achirus declivis*	Linguado	Chabanaud, 1940	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Achiridae	*Achirus lineatus*	Linguado	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Myliobatiformes	Myliobatidae	*Aetobatus narinari*	Raia pintada	(Euphrasen, 1790)	SIM	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Ahlia egmontis*	Enguia	(Jordan, 1884)	NÃO	Ampla
Albuliformes	Albulidae	*Albula vulpes*	Ubarana	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Alphestes afer*	Garoupa rajada	(Bloch, 1793)	SIM	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Aluterus monoceros*	Peixe porco	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Aluterus scriptus*	Cangulo pavão	(Osbeck, 1765)	SIM	Ampla
Centrarchiformes	Cirrhitidae	*Amblycirrhitus pinos*	Sarampinho	(Mowbray, 1927)	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoa filifera*	Manjuba	(Fowler, 1915)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoa januaria*	Manjuba	(Steindachner, 1879)	SIM	Atlântico Sul
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoa lyolepis*	Manjuba	(Evermann & Marsh, 1900)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoa tricolor*	Manjuba	(Spix & Agassiz, 1829)	SIM	Atlântico Sul
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchovia clupeoides*	Manjuba	(Swainson, 1839)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoviella brevirostris*	Manjuba	(Günther, 1868)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Anchoviella lepidentostole*	Manjuba	(Fowler, 1911)	SIM	Ampla
Pleuronectiformes	Bothidae	*Ancylopsetta cycloidea*	Linguado	Tyler, 1959	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Anisotremus moricandi*	Sargo	(Ranzani, 1842)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Anisotremus surinamensis*	Sargo de beiço	(Bloch, 1791)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Anisotremus virginicus*	Salema	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Lophiiformes	Antennariidae	*Antennarius striatus*	Peixe pescador	(Shaw, 1794)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Caproiformes	Caproidae	*Antigonia capros*	Periquito	Lowe, 1843	NÃO	Ampla
Kurtiformes	Apogonidae	*Apogon americanus*	Cardinalfish	Castelnau, 1855	NÃO	Ampla
Kurtiformes	Apogonidae	*Apogon maculatus*	Cardinalfish	(Poey, 1860)	NÃO	Ampla
Kurtiformes	Apogonidae	*Apogon pseudomaculatus*	Cardinalfish	Longley, 1932	NÃO	Ampla
Spariformes	Sparidae	*Archosargus probatocephalus*	Sargo de dente	(Walbaum, 1792)	SIM	Ampla
Spariformes	Sparidae	*Archosargus rhomboidalis*	Sargo	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Anguilliformes	Congridae	*Ariosoma opisthophtalma*	Moréia	(Ranzani, 1839)	NÃO	Brasil
Siluriformes	Ariidae	*Aspistor luniscutis*	Bagre	(Valenciennes, 1840)	SIM	Atlântico Sul
Uranoscopiformes	Uranoscopidae	*Astroscopus y-graecum*	Mira céu	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Atherinella blackburni*	Peixe rei	(Schultz, 1949)	SIM	Ampla
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Atherinella brasiliensis*	Peixe rei	(Quoy & Gaimard, 1825)	SIM	Ampla
Rajiformes	Arhynchobatidae	*Atlantoraja castelnaui*	Raia	(Miranda Ribeiro, 1907)	SIM	Atlântico Sul
Gobiiformes	Gobiidae	*Awaous tajasica*	Maria da toca	(Lichtenstein, 1822)	NÃO	Brasil
Siluriformes	Ariidae	*Bagre bagre*	Bagre	(Linnaeus, 1766)	SIM	Ampla
Siluriformes	Ariidae	*Bagre marinus*	Bagre	(Mitchill, 1815)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Bairdiella ronchus*	Cangauá	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Tetraodontiformes	Balistidae	*Balistes capriscus*	Peixe porco	(Gmelin, 1789)	SIM	Ampla
Tetraodontiformes	Balistidae	*Balistes vetula*	Peroá rei	Linnaeus, 1758	SIM	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Barbulifer ceuthoecus*	Maria da toca	(Jordan & Gilbert, 1884)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Barbulifer enigmaticus*	Maria da toca	J.-C. Joyeux et al., 2009	NÃO	Brasil
Gobiiformes	Gobiidae	*Bathygobius mystacium*	Maria da toca	Ginsburg, 1947	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Bathygobius soporator*	Maria da toca	(Valenciennes, 1837)	NÃO	Ampla
Scorpaeniformes	Triglidae	*Bellator brachychir*	Cabrinha	(Regan, 1914)	NÃO	Ampla
Perciformes	Percophidae	*Bembrops heterurus*	Peixe-lagarto	(Miranda Ribeiro, 1903)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Bodianus pulchellus*	Bodião	(Poey, 1860)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Bodianus rufus*	Bodião	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Boridia grossidens*	Roncador	Cuvier, 1830	NÃO	Atlântico Sul
Pleuronectiformes	Bothidae	*Bothus lunatus*	Linguado	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Bothidae	*Bothus ocellatus*	Linguado	(Agassiz, 1831)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Pleuronectiformes	Bothidae	*Bothus robinsi*	Linguado	Topp & Hoff, 1972	NÃO	Ampla
Gadiformes	Bregmacerotidae	*Bregmaceros atlanticus*	Abrótea	Goode & Bean, 1886	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Brevoortia pectinata*	Sardinha	(Jenyns, 1842)	NÃO	Atlântico Sul
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Bryx dunckeri*	Peixe cachimbo	(Metzelaar, 1919)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Eleotridae	*Butis koilomatodon*	Dorminhoco	(Bleeker, 1849)	NÃO	Introduzida
Spariformes	Sparidae	*Calamus penna*	Peixe pena	(Valenciennes, 1830)	SIM	Ampla
Syngnathiformes	Callionymidae	*Callionymus bairdi*	Dragãozinho	Jordan, 1888	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Cantherhines macrocerus*	Peixe porco	(Hollard, 1853)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Cantherhines pullus*	Peixe porco	(Ranzani, 1842)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Canthigaster figueiredoi*	Peixe porco	Moura & Castro, 2002	NÃO	Brasil
Carangiformes	Carangidae	*Carangoides bartholomaei*	Xaréu	(Cuvier, 1833)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Carangoides ruber*	Xaréu	(Bloch, 1793)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Caranx crysos*	Xaréu	(Mitchill, 1815)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Caranx hippos*	Xaréu	(Linnaeus, 1766)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Caranx latus*	Xaréu	Agassiz, 1834	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Caranx ruber*	Xaréu	(Bloch, 1793)	SIM	Ampla
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	*Carcharhinus brevipinna*	Cação	(Müller & Henle, 1839)	SIM	Ampla
Pleuronectiformes	Achiridae	*Catathyridium garmani*	Bagre	(Jordan, 1889)	NÃO	Atlântico Sul
Siluriformes	Ariidae	*Cathorops spixii*	Bagre	(Spix & Agassiz, 1829)	NÃO	Ampla
Carangia	Centropomidae	*Centropomus parallelus*	Robalo	Poey, 1860	SIM	Ampla
Carangia	Centropomidae	*Centropomus undecimalis*	Robalo flecha	(Bloch, 1792)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Pomacanthidae	*Centropyge aurantonota*	Anjo	(Burgess 1974)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Cephalopholis fulva*	Catuá	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Cetengraulis edentulus*	Manjuba	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Ephippiformes	Ephippidae	*Chaetodipterus faber*	Parú	(Broussonet, 1782)	SIM	Ampla
Chaetodontiformes	Chaetodontidae	*Chaetodon sedentarius*	Borboleta	Poey, 1860	NÃO	Ampla
Chaetodontiformes	Chaetodontidae	*Chaetodon striatus*	Borboleta	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Chilomycterus antillarum*	Baiacu	Jordan & Rutter, 1897	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Chilomycterus reticulatus*	Baiacu	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Chilomycterus spinosus spinosus*	Baiacu	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Chirocentrodon bleckerianus*	Manjuba	(Poey,1867)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Chlopsidae	*Chlopsis bicolor*	Moréia	Rafinesque, 1810	NÃO	Ampla
Aulopiformes	Chlorphthalmidae	*Chlorophthalmus agassizi*	Olho-vivo	Bonaparte, 1840	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Chloroschombrus chrysurus*	Palombeta	(Linnaeus, 1766)	SIM	Ampla
Ovalentariae	Pomacentridae	*Chromis flavicauda*	Anteninha	(Günther, 1880)	NÃO	Ampla
Ovalentariae	Pomacentridae	*Chromis jubauna*	Donzela	Moura, 1995	NÃO	Brasil
Ovalentariae	Pomacentridae	*Chromis multilineata*	Donzela	(Guichenot, 1853)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Citharichthys arenaceus*	Linguado	Evermann & Marsh, 1902	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Citharichthys dinoceros*	Linguado	Goode & Bean, 1886	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Citharichthys macrops*	Linguado	Dresel, 1889	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Citharichthys spilopterus*	Linguado	Günther, 1862	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Clepticus brasiliensis*	Peixe-fantasma	Heiser, Moura & Robertson, 2000	NÃO	Brasil
Anguilliformes	Congridae	*Conger triporiceps*	Congrio	Kanazawa, 1958	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Conodon nobilis*	Roncador	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Coryphopterus dicrus*	Budião	Bohlke & Robins, 1960	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Coryphopterus glaucofraenum*	Budião	Gill, 1863.	NÃO	Ampla
Labriformes	Scaridae	*Cryptotomus roseus*	Budião	Cope, 1871	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Ctenogobius boleosoma*	Maria da toca	(Jordan & Gilbert, 1882)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Ctenogobius saepepallens*	Maria da toca	(Gilbert & Randall, 1968)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Ctenogobius smaragdus*	Maria da toca	(Valenciennes, 1837)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Ctenogobius stigmaticus*	Maria da toca	(Poey, 1861)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Ctenosciaena gracilicirrhus*	Maria da toca	(Metzelaar, 1919)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Muraenesocidae	*Cynoponticus savanna*	Muçcum	(Bancroft, 1831)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion acoupa*	Pescada	(Lacepède, 1801)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion jamaicensis*	Pescada	(Vaillant & Bocourt, 1883)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion leiarchus*	Pescada	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion microlepidotus*	Pescada	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion steindachneri*	Pescada	(Jordan, 1889)	SIM	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion striatus*	Pescada	(Cuvier, 1829)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Cynoscion virescens*	Pescada	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Scorpaeniformes	Dactylopteridae	*Dactylopterus volitans*	Peixe-voador	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Blenniiformes	Dactyloscopidae	*Dactyloscopus tridigitatus*	Peixe-voador	Gill, 1859	NÃO	Ampla
Myliobatiformes	Dasyatidae	*Dasyatis centroura*	raia	(Mitchill, 1815)	SIM	Ampla
Rajiformes	Dasyatidae	*Dasyatis guttata*	raia	(Bloch & Schneider, 1801)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Decapterus punctatus*	Chicharro	(Cuvier, 1829)	SIM	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Diapterus auratus*	Caratinga	Ranzani, 1842	SIM	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Diapterus olisthostomus*	Caratinga	(Goode & Bean, 1822)	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Diapterus rhombeus*	Caratinga	(Cuvier, 1829)	SIM	Ampla
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Diodon holocanthus*	Baiacu	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Diodontidae	*Diodon hystrix*	Baiacu	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Diplectrum formosum*	Aipim	(Linnaeus, 1766)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Diplectrum radiale*	Aipim	(Quoy & Gaimard, 1824)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Doratonotus megalepis*	Folha-verde	Gunther, 1862	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Eleotridae	*Dormitator maculatus*	Dorminhoco	(Bloch, 1792)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Dules auriga*	Mariquita	Cuvier, 1829	NÃO	Atlântico Sul
Carangiformes	Echeneidae	*Echeneis naucrates*	Rêmora	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Echiophis intertinctus*	Muçum	(Richardson, 1848)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Elacatinus figaro*	Amborê	Sazima, Moura & Rosa, 1997	NÃO	Brasil
Gobiiformes	Eleotridae	*Eleotris pisonis*	Dorminhoco	(Gmelin, 1789)	NÃO	Ampla
Elopiformes	Elopidae	*Elops saurus*	Ubarana	Linnaeus, 1766	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Chaenopsidae	*Emblemariopsis signifer*	Macaquinho	(Ginsburg, 1942)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus adscensionis*	Garoupa pintada	(Osbeck, 1765)	SIM	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus itajara*	Mero	(Lichtenstein, 1822)	SIM	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus marginatus*	Garoupa	(Lowe, 1834)	SIM	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus morio*	Garoupa	(Valenciennes, 1828)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Equetus lanceolatus*	Maria-nagô	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Eleotridae	*Erotelis smaragdus*	Dorminhoco	(Valenciennes, 1837)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Etropus crossotus*	Linguado	Jordan & Gilbert, 1882	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Etropus longimanus*	Linguado	Norman, 1933	NÃO	Atlântico Sul
Gerreiformes	Gerreidae	*Eucinostomus argenteus*	Escrivão	Baird & Girard, 1855	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Eucinostomus gula*	Escrivão	(Quoy & Gaimard, 1824)	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Eucinostomus lefroyi*	Escrivão	(Goode, 1874)	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Eucinostomus melanopterus*	Escrivão	(Bleeker, 1863)	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Eugerres brasilianus*	Caratinga	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Scombriformes	Scombridae	*Euthynnus alletteratus*	Cavala	(Rafinesque, 1810)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Evorthodus lyricus*	Amborê	(Girard, 1858)	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Fistulariidae	*Fistularia petimba*	Cachimbau	Lacepéde, 1803	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Fistulariidae	*Fistularia tabacaria*	Cachimbau	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Siluriformes	Ariidae	*Genidens genidens*	Bagre	(Cuvier, 1829)	SIM	Atlântico Sul
Lutjaniformes	Haemulidae	*Genyatremus luteus*	Roncador	(Bloch, 1790)	SIM	Ampla
Ophidiiformes	Ophidiidae	*Genypterus blacodes*	Congrio	(Forster, 1801)	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Gerres aprion*	Escrivão	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Dactyloscopidae	*Gillellus greyae*	Miraceu	Kanazawa, 1952	NÃO	Ampla
Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	*Ginglymostoma cirratum*	Lixa	(Bonnaterre, 1788)	SIM	Ampla
Argentiniformes	Argentinidae	*Glossanodon pygmaeus*	Agulho	Cohen, 1958	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Gnatholepis thompsoni*	Sabãozinho	Jordan, 1904	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Congridae	*Gnathopis aff. mystax*	Congrio	(Delaroche 1809)	NÃO	Ampla
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Gobiesox barbatulus*	Peixe-ventosa	Starks, 1913	NÃO	Ampla
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Gobiesox strumosus*	Peixe-ventosa	Cope, 1870	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Gobioclinus kalisherae*	Maria da toca	(Jordan,1904)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Gobioides broussonnetii*	Maria da toca	Lacépède, 1800	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Gobionellus oceanicus*	Maria da toca	(Pallas, 1770)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Gobionellus stomatus*	Maria da toca	Starks, 1913	NÃO	Brasil
Gobiiformes	Gobiidae	*Gobiosoma hemigymnum*	Maria da toca	(Eigenmann & Eigenmann, 1888)	NÃO	Atlântico Sul
Ovalentariae	Grammatidae	*Gramma brasiliensis*	Grama	Sazima, Gasparini & Moura, 1998	SIM	Brasil
Gobiiformes	Eleotridae	*Guavina guavina*	Maria-da-toca	(Valenciennes, 1837)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Pleuronectiformes	Soleidae	*Gymnachirus nudus*	Linguado	Kaup, 1858	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax funebris*	Moréia	Ranzani, 1839	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax miliaris*	Moréia	(Kaup, 1856)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax moringa*	Moréia	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax ocellatus*	Moréia	Agassiz, 1831	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax vicinus*	Moréia	(Castelnau, 1855)	NÃO	Ampla
Myliobatiformes	Gymnuridae	*Gymnura altavela*	Raia	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Haemulon aurolineatum*	Catinga	Cuvier, 1830	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Haemulon macrostomum*	Cocoroca	Günther, 1859	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Haemulon parra*	Sargo	(Desmarest, 1823)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Haemulon plumierii*	Biquara	(Lacepède, 1801)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Haemulon steindachneri*	Catinga	(Jordan & Gilbert, 1882)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Halichoeres brasiliensis*	Budião	(Bloch, 1791)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Halichoeres dimidiatus*	Budião	(Agassiz, 1831)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Halichoeres penrosei*	Budião	Starks, 1913	NÃO	Brasil
Labriformes	Labridae	*Halichoeres poeyi*	Budião	(Steindachner, 1867)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Halichoeres sazimai*	Budião	Luiz, Ferreira & Rocha, 2009	NÃO	Brasil
Clupeiformes	Clupeidae	*Harengula clupeola*	Sardinha	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Harengula jaguana*	Sardinha	Poey, 1865	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Hemicaranx amblyrhynchus*	Chicharro	(Cuvier, 1833)	SIM	Ampla
Beloniformes	Hemiramphidae	*Hemiramphus balao*	Agulha	Lesuer, 1823	NÃO	Ampla
Beloniformes	Hemiramphidae	*Hemiramphus brasiliensis*	Agulha	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Priacanthiformes	Priacanthidae	*Heteropriacanthus cruentatus*	Olho-de-cão	(Block & Shineider, 1801)	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Hippocampus erectus*	Cavalo marinho	Perry, 1810	SIM	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Hippocampus reidi*	Cavalo marinho	Ginsburg, 1933	SIM	Ampla
Percomorpharia	Pomacanthidae	*Holacanthus ciliaris*	Peixe-anjo	Linnaeus, 1758	SIM	Ampla
Percomorpharia	Pomacanthidae	*Holacanthus tricolor*	Peixe-anjo	Bloch, 1795	SIM	Ampla
Beryciformes	Holocentridae	*Holocentrus adscensionis*	Mariquita	(Osbeck, 1765)	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Blenniidae	*Hypleurochilus fissicornis*	Maria da toca	(Quoy & Gaimard, 1824)	NÃO	Atlântico Sul

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Blenniiformes	Blenniidae	*Hypleurochilus pseudoaequipinnis*	Maria da toca	Bath, 1994	NÃO	Ampla
Beloniformes	Hemiramphidae	*Hyporhamphus unifasciatus*	Agulha	(Ranzani, 1841)	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Blenniidae	*Hypsoblennius invemar*	Maria da toca	Smith-Vaniz & Acero P., 1980	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Isopisthus parvipinnis*	Pescada	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Jenkinsia lamprotaenia*	Sardinha	(Gosse, 1851)	NÃO	Ampla
Centrarchiformes	Kyphosidae	*Kyphosus sectatrix*	Pirangica	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Labrisomus cricota*	Maria da toca	Sazima, Gasparini & Moura, 2002	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Labrisomus nuchipinnis*	Maria da toca	(Quoy & Gaimard, 1824)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Ostraciidae	*Lactophrys trigonus*	Cofre	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Lagocephalus laevigatus*	Baiacu Ará	(Linnaeus, 1766)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Lagocephalus lagocephalus*	Baiacu Ará	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Larimus breviceps*	Boca torta	Cuvier, 1830	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Letharchus aliculatus*	Muçum	McCosker, 1974	NÃO	Brasil
Clupeiformes	Clupeidae	*Lile piquitinga*	Sardinha	(Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	NÃO	Ampla
Lobotiformes	Lobotidae	*Lobotes surinamensis*	Dorminhoco	(Bloch, 1790)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Lutjanidae	*Lutjanus alexandrei*	Vermelho	Moura & Lindeman, 2007	SIM	Brasil
Lutjaniformes	Lutjanidae	*Lutjanus analis*	Cioba	(Cuvier, 1828)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Lutjanidae	*Lutjanus cyanopterus*	Caranha	(Cuvier, 1828)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Lutjanidae	*Lutjanus jocu*	Dentão	(Bloch & Schneider, 1801)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Lutjanidae	*Lutjanus synagris*	Ariocó	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Engraulidae	*Lycengraulis grossidens*	Manjuba	(Spix & Agassiz, 1829)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Macrodon ancylodon*	Pescada	(Bloch & Schneider, 1801)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Macrodon atricauda*	Pescada	(Günther, 1880)	SIM	Atlântico Sul
Percomorpharia	Malacanthidae	*Malacanthus plumieri*	Pirá	(Bloch, 1786)	SIM	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Malacoctenus aff. triangulatus*	Maria da toca	Springer, 1959	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Malacoctenus delalandii*	Maria da toca	(Valenciennes, 1836)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Menticirrhus americanus*	Betara	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Menticirrhus littoralis*	Betara	(Holbrook, 1847)	SIM	Ampla
Gadiformes	Merlucciidae	*Merluccius hubbsi*	Bacalhau	Marini, 1933	SIM	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Gobiiformes	Microdesmidae	*Microdesmus bahianus*	Peixe-verme	Dawson, 1973	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Microdesmidae	*Microdesmus longipinnis*	Peixe-verme	(Weymouth,1910)	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Micrognathus crinitus*	Peixe-cachimbo	(Jenyns, 1842)	NÃO	Ampla
Gobiiformes	Gobiidae	*Microgobius meeki*	Amborê	Evermann & Marsh, 1899	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Microphis brachyurus*	Peixe-cachimbo	(Blecker, 1853)	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Microphis lineatus*	Peixe-cachimbo	(Kaup, 1856)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Micropogonias furnieri*	Corvina	(Desmarest, 1823)	SIM	Ampla
Ovalentariae	Pomacentridae	*Microspathodon chrysurus*	Morocota	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Monacanthus ciliatus*	Baiacu	(Mitchill, 1818)	NÃO	Ampla
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil brevirostris*	Tainha	(Ribeiro, 1915)	SIM	Brasil
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil curema*	Tainha	Valenciennes, 1836	SIM	Ampla
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil liza*	Tainha	Valenciennes, 1836	SIM	Ampla
Syngnathiformes	Mullidae	*Mulloidichthys martinicus*	Trilha	(Cuvier, 1829)	SIM	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Mycteroperca acutirostris*	Mira	(Valenciennes, 1828)	SIM	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Mycteroperca bonaci*	Badejo quadrado	(Poey, 1860)	SIM	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Mycteroperca interstitialis*	Mané nego	(Poey, 1860)	SIM	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Myrichthys breviceps*	Moréia	(Richardson, 1848)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Myrichthys ocellatus*	Moréia	(Lesueur, 1825)	NÃO	Ampla
Beryciformes	Holocentridae	*Myripristis jacobus*	Vermelho	Cuvier, 1829	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Myrophis platyrhynchus*	Moréia	Breder, 1927	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Myrophis punctatus*	Moréia	Lütken, 1852	NÃO	Ampla
Torpediniformes	Narcinidae	*Narcine brasiliensis*	Raia elétrica	(Olfers, 1831)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Nebris microps*	Pescada-banana	Cuvier, 1830	NÃO	Ampla
Labriformes	Scaridae	*Nicholsina usta usta*	Budião	(Valenciennes, 1840)	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Lutjanidae	*Ocyurus chrysurus*	Guaiuba	(Bloch, 1791)	SIM	Ampla
Atheriniformes	Atherinopsidae	*Odontesthes bonariensis*	Peixe rei	(Valenciennes, 1835)	NÃO	Atlântico Sul
Clupeiformes	Pristigasteridae	*Odontognathus mucronatus*	Sardinha	Lacepède, 1800	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Odontoscion dentex*	Pescada	(Cuvier, 1830)	NÃO	Ampla
Lophiiformes	Ogcocephalidae	*Ogcocephalus notatus*	Morcego	(Valenciennes, 1837)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Lophiiformes	Ogcocephalidae	*Ogcocephalus vespertilio*	Morcego	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Oligoplites palometa*	Guaivira	(Cuvier, 1832)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Oligoplites saliens*	Guaivira	(Bloch, 1793)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Oligoplites saurus*	Guaivira	(Bloch & Schnerider, 1801)	SIM	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Ophichthus cylindroideus*	Moréia	(Ranzani, 1840)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Ophichthus gomesii*	Moréia	(Castelnau, 1855)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Ophichthus ophis*	Moréia	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Anguilliformes	Ophichthidae	*Ophichthus parilis*	Moréia	(Richardson, 1848)	NÃO	Ampla
Ophidiiformes	Ophidiidae	*Ophidion holbrookii*	Moréia	Putnam, 1874	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Ophioscion punctatissimus*	Canguá	Meek & Hildebrand, 1925	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Opisthonema oglinum*	Sardinha	(Lesueur, 1818)	NÃO	Ampla
Ovalentariae	Opistognathidae	*Opistognathus aurifrons*	Jawfish	(Jordan & Thompson, 1905)	NÃO	Ampla
Ovalentariae	Opistognathidae	*Opistognathus cuvieri*	Jawfish	Valenciennes, 1836	NÃO	Brasil
Ovalentariae	Opistognathidae	*Opistognathus whitehursti*	Jawfish	(Longley, 1927)	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Orthopristis ruber*	Corcoroca	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Spariformes	Sparidae	*Pagrus pagrus*	Pargo	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Blenniiformes	Blenniidae	*Parablennius marmoreus*	Blenio	(Poey, 1875)	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Blenniidae	*Parablennius pilicornis*	Blenio	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Paraclinus arcanus*	Blenio	Guimarães & Bacellar, 2002	NÃO	Brasil
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Paralichthys brasiliensis*	Linguado	(Ranzani, 1840)	SIM	Atlântico Sul
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Paralichthys orbignyanus*	Linguado	(Valenciennes, 1839)	SIM	Atlântico Sul
Percomorpharia	Sciaenidae	*Paralonchurus brasiliensis*	Maria Luiza	(Steindachner, 1875)	SIM	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Pareques acuminatus*	Pescada	(Bloch & Schneider, 1801)	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Pristigasteridae	*Pellona harroweri*	Sardinha	(Fowler, 1917)	NÃO	Ampla
Pempheriformes	Pempheridae	*Pempheris schomburgki*	Lambari do mar	Müller & Troschel, 1848	NÃO	Ampla
Scombriformes	Stromateidae	*Peprilus paru*	Paru	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Perciformes	Percophidae	*Percophis brasiliensis*	Tira-vira	Quoy & Gaimard, 1825	NÃO	Atlântico Sul
Kurtiformes	Apogonidae	*Phaeoptyx pigmentaria*	Apogon-pintado	(Poey, 1860)	NÃO	Ampla
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia vivipara*	Guaru	Bloch & Schneider, 1801	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Carangia	Polynemidae	*Polydactylus oligodon*	Parati-barbudo	(Günther, 1860)	NÃO	Ampla
Carangia	Polynemidae	*Polydactylus virginicus*	Parati-barbudo	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Pomacanthidae	*Pomacanthus arcuatus*	Paru	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Pomacanthidae	*Pomacanthus paru*	Paru	Bloch 1787	NÃO	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Pomadasys corvinaeformis*	Roncador	(Steindachner, 1868)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Pomadasys crocro*	Roncador	(Cuvier, 1830)	SIM	Ampla
Lutjaniformes	Haemulidae	*Pomadasys ramosus*	Roncador	(Poey, 1860)	NÃO	Ampla
Scombriformes	Pomatomidae	*Pomatomus saltatrix*	Salteira	(Linnaeus, 1766)	SIM	Ampla
Batrachoidiformes	Batrachoididae	*Porichthys porosissimus*	Miraceu	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Scombriformes	Stromateidae	*Prepilus paru*	Gordinho	Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Priacanthiformes	Priacanthidae	*Priacanthus arenatus*	Catalufa	Cuvier, 1829	NÃO	Ampla
Scorpaeniformes	Triglidae	*Prionotus punctatus*	Cabrinha	(Bloch, 1793)	NÃO	Ampla
Rajiformes	Rajidae	*Psammobatis lentiginosa*	Raia	McEachran, 1983	NÃO	Atlântico Sul
Carangiformes	Carangidae	*Pseudocaranx dentex*	Xaréu	(Bloch & Schneider, 1801)	SIM	Ampla
Uranoscopiformes	Mugiloididae	*Pseudopercis semifasciata*	Namorado	(Cuvier, 1829)	NÃO	Atlântico Sul
Syngnathiformes	Mullidae	*Pseudupeneus maculatus*	Trilha	(Block, 1793)	SIM	Ampla
Gobiiformes	Microdesmidae	*Ptereleotris randalli*	Linha-azul	Gasparini, Rocha & Floeter, 2001	NÃO	Brasil
Carangiformes	Rachycentridae	*Rachycentron canadum*	Cobia	(Linnaeus, 1766)	SIM	Ampla
Ophidiiformes	Ophidiidae	*Raneya brasiliensis*	Moréia	(Kaup, 1856)	NÃO	Atlântico Sul
Carangiformes	Echeneidae	*Remora remora*	Remora	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Rajiformes	Rhinobatidae	*Rhinobatos horkelii*	Viola	Müller & Henle, 1841	SIM	Ampla
Rajiformes	Rhinobatidae	*Rhinobatos percellens*	Viola	(Walbaum, 1792)	SIM	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Rhinosardinia bahiensis*	Sardinha	(Steindachner, 1879)	SIM	Ampla
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	*Rhizoprionodon porosus*	Cacão	(Poey, 1861)	SIM	Ampla
Blenniiformes	Clinidae	*Ribeiroclinus eigenmanni*	Clinídeo	(Jordan, 1888)	NÃO	Atlântico Sul
Rajiformes	Rajidae	*Rioraja agassizi*	Raia	(Müller & Henle, 1841)	SIM	Atlântico Sul
Perciformes	Serranidae	*Rypticus bistrispinus*	Sabão	(Mitchill, 1818)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Rypticus randalli*	Sabão	Courtenay, 1967	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Rypticus saponaceus*	Sabão	(Bloch & Schneider, 1801)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Perciformes	Serranidae	*Rypticus subbifrenatus*	Sabão	Gill, 1861	NÃO	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Sardinella aurita*	Sardinha	Valenciennes, 1847	SIM	Ampla
Clupeiformes	Clupeidae	*Sardinella brasiliensis*	Sardinha	(Steindachner, 1879)	SIM	Ampla
Aulopiformes	Synodontidae	*Saurida brasiliensis*	Peixe-lagarto	Norman, 1935	NÃO	Ampla
Blenniiformes	Blenniidae	*Scartella cristata*	Amborê	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Labriformes	Scaridae	*Scarus trispinosus*	Budião	Valenciennes, 1840	SIM	Brasil
Labriformes	Scaridae	*Scarus zelindae*	Budião	Moura, Figueiredo & Sazima, 2001	SIM	Brasil
Scombriformes	Scombridae	*Scomberomorus brasiliensis*	Sororoca	Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978	SIM	Ampla
Scombriformes	Scombridae	*Scomberomus cavalla*	Cavala	(Cuvier, 1829)	SIM	Ampla
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Scorpaena brasiliensis*	Pedra	Cuvier, 1829	NÃO	Ampla
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Scorpaena isthmensis*	Pedra	Meek & Hildebrand, 1928	NÃO	Ampla
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Scorpaena plumieri*	Pedra	Bloch, 1789	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Selene brownii*	Galo	(Cuvier, 1816)	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Selene setapinnis*	Galo	(Mitchill, 1815)	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Selene vomer*	Galo	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Serranus atrobranchus*	Garoupinha	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Serranus baldwini*	Garoupinha	(Evermann & Marsh, 1899)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Serranus flaviventris*	Garoupinha	(Cuvier, 1829)	NÃO	Ampla
Perciformes	Serranidae	*Serranus phoebe*	Garoupinha	Poey, 1851	NÃO	Ampla
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma amplum*	Budião	(Ranzani, 1841)	SIM	Brasil
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma axillare*	Budião	(Steindachner, 1878)	SIM	Brasil
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma frondosum*	Budião	(Agassiz, 1831)	SIM	Ampla
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma radians*	Budião	(Valenciennes, 1840)	NÃO	Brasil
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma tuiupiranga*	Budião	Gasparini, Joyeux & Floeter, 2003	NÃO	Brasil
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides greeleyi*	Baiacu	Gilbert, 1900	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides pachygaster*	Baiacu	(Müller & Troschel, 1848)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides spengleri*	Baiacu	(Bloch, 1785)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides testudineus*	Baiacu	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	*Sphoeroides tyleri*	Baiacu	Shipp, 1972	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Carangia	Sphyraenidae	*Sphyraena guachancho*	Barracuda	Cuvier, 1829	NÃO	Ampla
Carangia	Sphyraenidae	*Sphyraena tome*	Tubarão martelo	(Walbum, 1789)	NÃO	Ampla
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	*Sphyrna tudes*	Tubarão martelo	(Valenciennes, 1822)	SIM	Ampla
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	*Sphyrna zygaena*	Tubarão martelo	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Blenniiformes	Labrisomidae	*Starksia brasiliensis*	Maria-da-toca	(Gilbert, 1900)	NÃO	Brasil
Ovalentariae	Pomacentridae	*Stegastes fuscus*	Donzela	(Cuvier, 1830)	NÃO	Ampla
Ovalentariae	Pomacentridae	*Stegastes pictus*	Donzela	(Castelnau, 1855)	NÃO	Brasil
Ovalentariae	Pomacentridae	*Stegastes variabilis*	Donzela	(Castelnau, 1855)	NÃO	Brasil
Percomorpharia	Sciaenidae	*Stellifer brasiliensis*	Roncador	(Schultz, 1945)	NÃO	Brasil
Percomorpharia	Sciaenidae	*Stellifer naso*	Roncador	(Jordan, 1889)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Stellifer rastrifer*	Roncador	(Jordan, 1889)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Stellifer stellifer*	Roncador	(Bloch, 1790)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Stephanolepis hispidus*	Peixe-porco	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Stephanolepis setifer*	Peixe-porco	(Bennett, 1831)	NÃO	Ampla
Beloniformes	Belonidae	*Strongylura marina*	Trombeta	(Walbaum, 1792)	NÃO	Ampla
Beloniformes	Belonidae	*Strongylura timucu*	Trombeta	(Walbaum, 1792)	NÃO	Ampla
Ophidiiformes	Bythitidae	*Stygnobrotula latebricola*	Muçum	Bohlke, 1957	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Syacium micrurum*	Linguado	Ranzani, 1840	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Syacium papillosum*	Linguado	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus diomedeanus*	Linguado	(Goode & Bean, 1885)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus ginsburgi*	Linguado	Menezes & Benvegnú, 1976	NÃO	Atlântico Sul
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus plagusia*	Linguado	(Bloch & Schneider, 1801)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus tessellatus*	Linguado	(Quoy & Gaimard, 1824)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	*Symphurus trewavasea*	Linguado	Chabanaud, 1948	NÃO	Atlântico Sul
Pempheriformes	Acropomatidae	*Synagrops spinosus*	Mariquita	Schultz, 1940	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Syngnathus folletti*	Cachimbo	Herald, 1942	NÃO	Atlântico Sul
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Syngnathus pelagicus*	Cachimbo	Linnaeus, 1758	NÃO	Ampla
Syngnathiformes	Syngnathidae	*Syngnathus scovelli*	Cachimbo	(Evermann & Kendall, 1896)	NÃO	Ampla
Aulopiformes	Synodontidae	*Synodus foetens*	Lagarto	(Linnaeus, 1766)	NÃO	Ampla

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	Pesca	Distribuição
Aulopiformes	Synodontidae	*Synodus intermedius*	Lagarto	(Spix & Agassiz, 1829)	NÃO	Ampla
Aulopiformes	Synodontidae	*Synodus synodus*	Lagarto	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Labriformes	Labridae	*Thalassoma noronhanum*	Budião	(Boulenger, 1890)	NÃO	Brasil
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Tomicodon fasciatus*	Pampo	(Peters, 1859)	NÃO	Ampla
Gobiesociformes	Gobiesocidae	*Tonicodon australis*	Peixe-ventosa	Briggs, 1955	NÃO	Brasil
Carangiformes	Carangidae	*Trachinotus carolinus*	Pampo	(Linnaeus, 1766)	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Trachinotus falcatus*	Pampo	(Linnaeus, 1758)	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Trachinotus goodei*	Pampo	Jordan & Evermann, 1896	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Trachinotus marginatus*	Pampo	(Cuvier,1832)	SIM	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Trachurus lathami*	Chicharro	Nichols, 1920	NÃO	Ampla
Scombriformes	Trichiuridae	*Trichiurus lepturus*	Espada	Linnaeus, 1758	SIM	Ampla
Pleuronectiformes	Achiridae	*Trinectes microphthalmus*	Linguado	(Chabanaud, 1928)	NÃO	Ampla
Pleuronectiformes	Achiridae	*Trinectes paulistanus*	Linguado	(Miranda & Ribeiro, 1915)	NÃO	Atlântico Sul
Beloniformes	Belonidae	*Tylosurus acus acus*	Peixe-agulha	(Lacepède, 1803)	NÃO	Ampla
Gerreiformes	Gerreidae	*Ulaema lefroyi*	Escrivão	(Goode, 1874)	NÃO	Ampla
Percomorpharia	Sciaenidae	*Umbrina canosai*	Roncador	Berg, 1895	SIM	Atlântico Sul
Percomorpharia	Sciaenidae	*Umbrina coroides*	Roncador	Cuvier, 1830	SIM	Ampla
Syngnathiformes	Mullidae	*Upeneus parvus*	Trilha	Poey, 1852	NÃO	Ampla
Carangiformes	Carangidae	*Uraspis secunda*	Pampo	(Poey, 1860)	NÃO	Ampla
Tetraodontiformes	Monacanthidae	*Xanthichthys ringens*	Peixe-porco	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Labriformes	Labridae	*Xyrichtys novacula*	Budião	(Linnaeus, 1758)	SIM	Ampla
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	*Xystreurys rasile*	Linguado	(Jordan, 1891)	NÃO	Atlântico Sul
Rajiformes	Rhinobatidae	*Zapteryx brevirostris*	Cação viola	(Müller & Henle, 1841)	NÃO	Atlântico Sul

Tabela 26 – Lista das espécies ameaçadas da ictiofauna com ocorrência no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce.

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor	*Status*
Tetraodontiformes	Balistidae	*Balistes capriscus*	Peixe porco	(Gmelin, 1789)	VU[1]
Myliobatiformes	Dasyatidae	*Dasyatis centroura*	Raia	(Mitchill, 1815)	CR[2]
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus itajara*	Mero	(Lichtenstein, 1822)	CR[2]
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus marginatus*	Garoupa verdadeira	(Lowe, 1834)	VU[2]
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus morio*	Garoupa	(Valenciennes, 1828)	VU[2]
Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	*Ginglymostoma cirratum*	Lixa	(Bonnaterre, 1788)	VU[2]
Myliobatiformes	Gymnuridae	*Gymnura altavela*	Raia	(Linnaeus, 1758)	CR[2]
Perciformes	Lutjanidae	*Lutjanus cyanopterus*	Caranha	(Cuvier, 1828)	VU[2]
Ovalentariae	Pomacentridae	*Microspathodon chrysurus*	Morocota	(Cuvier, 1830)	VU[2]
Perciformes	Serranidae	*Mycteroperca bonaci*	Badejo quadrado	(Poey, 1860)	VU[2]
Perciformes	Serranidae	*Mycteroperca interstitialis*	Mané nego	(Poey, 1860)	VU[2]
Rajiformes	Rhinobatidae	*Rhinobatos horkelii*	Viola	Müller & Henle, 1841	CR[2]
Labriformes	Scaridae	*Scarus trispinosus*	Budião	Valenciennes, 1840	EN[2]
Labriformes	Scaridae	*Scarus zelindae*	Budião	Moura, Figueiredo & Sazima, 2001	VU[2]
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma axillare*	Budião	(Steindachner, 1878)	VU[2]
Labriformes	Scaridae	*Sparisoma frondosum*	Budião	(Agassiz, 1831)	VU[2]
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	*Sphyrna tudes*	Tubarão martelo	(Valenciennes, 1822)	CR[2]
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	*Sphyrna zygaena*	Tubarão martelo	(Linnaeus, 1758)	CR[2]
Rajiformes	Rhinobatidae	*Zapteryx brevirostris*	Cação viola	(Müller & Henle, 1841)	VU[2]
Carangia	Centropomidae	*Centropomus parallelus*	Robalo	Poey, 1860	LC[1], CR[3]
Carangia	Centropomidae	*Centropomus undecimalis*	Robalo flecha	(Bloch, 1792)	LC[1], CR[3]
Siluriformes	Ariidae	*Genidens genidens*	Bagre	(Cuvier, 1829)	LC[1], CR[3]
Carangiformes	Carangidae	*Caranx latus*	Xaréu	Agassiz, 1834	LC[1], CR[3]
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil curema*	Tainha	Valenciennes, 1836	LC[1], CR[3]
Elopiformes	Megalopidae	*Megalops atlanticus**	Tarpão	Valenciennes, 1847	VU[1], CR[3]
Gerreiformes	Gerreidae	*Eugerres brasilianus*	Caratinga	(Cuvier, 1830)	LC[1], CR[3]

Status: (1) ameaça internacional baseada na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN); (2) ameaça nacional baseada na lista da fauna brasileira ameaçada de extinção (BRASIL, 2014) e Portaria IBAMA nº 445 de 2014; (3) ameaça estadual / MG baseada na Resolução COPAM nº 366, de 15 de dezembro de 2008, que reconhece a Lista Espécies Ameaçadas da Fauna do Estado de Minas Gerais (revogada pela Deliberação COPAM nº 424, de 17 de junho de 2009); (4) ameaça estadual / ES baseada em Passamani e Mendes (2007).

Categorias: (LC) menor preocupação; (VU) espécie vulnerável; (EN) em perigo; (CR) criticamente em perigo.

***** A espécie *M. atlanticus* **não teve o seu registro confirmado para a bacia do rio Doce e ambiente marinho adjacente de acordo com a base de dados consultada.**

Tabela 27 – Lista das espécies de peixes introduzidos (exóticos) registrados no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce.

Ordem	Família	Táxon	Nome popular	Autor
Perciformes	Eleotridae	*Butis koilomatodon*	Dorminhoco	(Bleeker, 1849)
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Pterois volitans*	Peixe-leão	(Linneaus, 1758)

2.8.3.3 Ictiofauna de ambientes recifais

Devido **à** grande proporção de espécies endêmicas, a ictiofauna recifal brasileira compõe uma província zoogeográfica própria (FLOETER; GASPARINI, 2000; FLOETER et al., 2008), separada de outras províncias do Atlântico por vários filtros biogeográficos (ROCHA, 2003; FLOETER et al., 2008). Por apresentar uma pequena área recifal, quando comparados com o restante das zonas costeiras do Atlântico e do mundo, e abrigar um grande número de espécies endêmicas, os recifes brasileiros possuem grande prioridade para a realização de estudos e programas para conservação (MOURA, 2000).

Em função da complexidade do ambiente, os peixes recifais apresentam uma grande variedade de formas e hábitos, assim como podem ser identificadas diversas associações intra e interespecíficas. A grande variedade de ambientes e nichos faz com que algumas espécies ocupem determinado local, especializando-se na utilização de recursos específicos. No Brasil, por exemplo, são conhecidas mais de 500 espécies de peixes recifais.

Os recifes de coralíneos biogênicos da costa brasileira se distribuem por cerca de 3 mil km, desde o norte do Espírito Santo até o Pará, constituindo-se nos únicos ecossistemas recifais do Atlântico Sul. A maioria das espécies de corais que formam esses recifes é endêmica da costa brasileira, as quais desenvolvem estruturas únicas, não encontradas em outras partes do mundo (SERAFIM; HAZIN, 2005).

Os recifes de coral ocorrem em quase toda a extensão do litoral do estado da Bahia e Espírito Santo, sendo mais comuns na plataforma continental interna (LEÃO, 1996). Na região marinha adjacente, as estruturas recifais apresentam variadas formas de crescimento e dimensões. Os recifes da região são corpos isolados, comumente alongados e paralelos à costa, com dimensões que podem variar de alguns poucos metros de comprimento e largura até cerca de um a dois quilômetros de extensão. Essas estruturas estão localizadas em águas rasas (< 10 m) e o topo pode emergir ou ficar muito raso (cerca de 2-3 m de profundidade) durante as marés baixas.

Nesse ambiente, é possível a ocorrência de pelo menos 550 espécies de peixes recifais para a costa brasileira e 266 para o banco de Abrolhos (MOURA; FRANCINI-FILHO, 2005), que se estendem desde a interface areia/rocha e o substrato consolidado, propriamente dito, até a coluna d'água acima deste. Na interface areia/rocha, são comumente observados representantes de *Synodus synodus* (peixe-lagarto). Já nas paredes verticais do recife são, particularmente, comuns as espécies *Abudefduf saxatilis* (sargentinho), *Stegastes fuscus* (donzelinhas), *Chaetodon striatus* (peixe-borboleta) e *Holacanthus ciliaris* e membros das famílias Lutjanidae e Haemulidae.

Além dessas espécies, de acordo com estudos realizados na região (COSTA et al., 2002; FLOETER et al., 2001; FEITOZA et al., 2005; SIMON, 2010; PINHEIRO, 2010), várias outras famílias podem ocorrer, destacando-se representantes de Muraenidae, Labridae, Pomacanthidae, Acanthuridae, Scaridae, Balistidae e Diodontidae, assim como os cavalos-marinhos (Syngnathidae). Na coluna d'água acima do

recife, é possível a ocorrência de predadores pelágicos, tais como lírios e xaréus (Carangidae), barracudas (Sphyraenidae) e a pirajica do gênero *Kyphosus* (Kyphosidae). Os grandes predadores demersais estão representados por garoupas (*Epinephelus* sp.), meros (*Epinephelus itajara*) e badejos (*Mycteroperca* sp.), assim como diversos representantes da família Lutjanidae (vermelhos) (**Figura 119**).

Figura 119 – Peixes recifais com ocorrência na área de estudo.

Anisotremus virginicus

Carangoides bartolomei

Cephalopholis fulva

Carangoides crysus

Haemulon plumierii

Epinephelus itajara

Lutjanus synagris

Epinephelus morio

Calamus penna

Lagocephalus laevigatus

Odontocion dentex

Rhinobatos percellens

2.9 QUELÔNIOS

Os quelônios, popularmente conhecidos como cágados, jabutis e tartarugas, são répteis pertencentes à Ordem Testudines. Uma de suas principais características morfológicas é o corpo revestido por uma carapaça dorsal e um escudo ventral (plastrão) que recobrem o esqueleto apendicular e as cinturas pélvica e escapular, condição única entre os vertebrados e que demonstra a condição monofilética do grupo (POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Essa condição, por sua vez, impõe limites ao modo de vida dos quelônios, restringindo-os aos ambientes aquáticos e terrícolas (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Os quelônios reúnem duas subordens: Cryptodira, que compreende as espécies capazes de retrair a cabeça verticalmente para dentro da carapaça, com a região cervical formando um "S", e Pleurodira, que é representada pelas espécies que dobram o pescoço horizontalmente em relação ao plano do corpo para acomodar a cabeça e a nuca abaixo da borda da carapaça (RUEDA-ALMONACID et al., 2007). Atualmente, são conhecidas 346 espécies de quelônios ao redor do mundo (UETZ; HOŠEK, 2016). No Brasil, ocorrem 36 espécies, caracterizando o país como o detentor da maior riqueza do grupo (COSTA; BÉRNILS, 2018). Entre as espécies registradas, cinco são marinhas, divididas em duas famílias: Cheloniidae, que agrega a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), e Dermochelydae, com uma única representante vivente no mundo, a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), também reconhecida por ser a maior espécie atual entre os quelônios. Todas essas espécies ocorrem no litoral do estado do Espírito Santo, incluindo a área de estudo do presente projeto (BELLINI; RIETH; ALMEIDA, 1990; ALMEIDA et al., 2007; THOMÉ et al., 2007).

O objeto do presente estudo consiste em avaliar as condições dos quelônios marinhos na região marinha, previamente ao rompimento da barragem de Fundão e os efeitos desse desastre sobre a conservação desse grupo faunístico disponíveis na literatura.

2.9.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência do ambiente marinho, dentro do levantamento de dados secundários existentes sobre quelônios preteritamente ao rompimento da barragem de Fundão, compreendeu principalmente o litoral do estado do Espírito Santo, considerando a região litorânea costeira e a região nerítica e de mar aberto.

2.9.2 METODOLOGIA

O método aplicado ao presente relatório consistiu no levantamento aprofundado da literatura disponível acerca do objeto de estudo, contemplando pesquisas publicadas em artigos científicos, livros, periódicos, teses, dissertações, resumos de congressos e trabalhos técnicos desenvolvidos na região em análise. Diversos estudos desenvolvidos pelo Projeto TAMAR foram avaliados, além de relatórios do Programa de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS), implantado pela Petrobras, e estudos de impactos ambientais realizados durante o licenciamento de empreendimentos na região. Artigos científicos corresponderam ao maior número de fontes utilizadas.

O primeiro passo foi o levantamento das espécies com real possibilidade de ocorrência na área de estudo, e dados sobre parâmetros reprodutivos. Também foram procurados trabalhos com análises de toxicidade sobre o grupo temático anteriores ao desastre ambiental. Posteriormente, tais espécies foram categorizadas segundo seus ambientes de ocorrência e hábitos de vida, condições estas tidas como essenciais para o entendimento da magnitude do dano ambiental, haja vista que as modificações sofridas podem ser determinantes para a incidência de efeitos diretos e/ou indiretos sobre as espécies.

A nomenclatura e a classificação taxonômica adotadas para as espécies de quelônios no presente estudo são as mesmas empregadas pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (COSTA; BÉRNILS, 2018).

2.9.3 RESULTADOS

Todas as cinco espécies de tartarugas marinhas brasileiras encontram-se sob algum grau de ameaça (Tabela 28). Em nível internacional (IUCN, 2017), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) estão classificadas como vulneráveis, enquanto a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) encontra-se em perigo de extinção. A tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*) é classificada como criticamente ameaçada. Já em nível nacional, *C. mydas* tem o *status* vulnerável, *C. caretta* e *L. olivacea* são categorizadas como em perigo e *E. imbricata* e *D. coriacea* são criticamente ameaçadas (BRASIL, 2014).

Por fim, em relação ao estado do Espírito Santo, *D. coriacea* é tida como criticamente ameaçada (seguindo o preconizado na lista nacional); *E. imbricata* e *L. olivacea* são tidas como em perigo e *C. caretta* e *C. mydas* como vulneráveis. As diferenças conceituais entre o previsto para o Brasil e o estado do Espírito Santo devem-se especialmente aos critérios adotados para avaliação (frequência de registros, área de ocorrência), os quais seguem IUCN (2017).

Tabela 28 – Lista de espécies das tartarugas marinhas presentes no litoral do Espírito Santos e situação na lista de espécies ameaçadas mundial, nacional ou estadual (ES).

Família/Espécie	Nome popular	Listas de espécies ameaçadas		
		Mundial	Nacional	ES
Cheloniidae				
Caretta caretta (Linnaeus, 1758)	tartaruga-cabeçuda	VU	EN	VU
Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766)	tartaruga-de-pente	CR	CR	EN
Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829)	tartaruga-oliva	EN	EN	EN
Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)	tartaruga-verde	EN	VU	VU
Dermochelyidae				
Dermochelys coriacea (Vandelli, 1761)	tartaruga-de-couro	VU	CR	CR

Nota: DD – dados deficientes, VU – vulnerável, EN – em risco, NT – quase ameaçada, CR – criticamente ameaçada.

Fonte: IUCN (2017), Brasil (2014) e Almeida et al. (2007).

2.9.3.1 Espécies marinhas associadas à região nerítica e mar aberto

Estes ambientes são mais distantes da faixa costeira, apresentando sistemas mais íngremes (encostas) em relação à plataforma continental (e, consequentemente, maiores profundidades), além de diversas ilhas e pequenas elevações subaquáticas. A região de mar aberto é ainda mais sujeita aos efeitos das correntes marinhas, denotando que, nesta, ocorram principalmente espécies de hábitos pelágicos.

A região das encostas da plataforma continental conta com a ocorrência das cinco espécies de quelônios marinhos registrados para o litoral do Espírito Santo. As áreas de encostas íngremes são amplamente cobertas por algas e outros organismos, sendo áreas importantes de alimentação das espécies. Por sua vez, nas áreas de mar aberto há destaque para a espécie *Dermochelys coriacea*, cuja alimentação preferencial consiste em medusas e caravelas. A espécie, inclusive, se vale da presença das correntes marinhas como auxílio para deslocamentos entre grandes extensões territoriais (THOMÉ et al., 2007; POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

2.10 CETÁCEOS

Os cetáceos (Ordem Cetacea) são mamíferos (Classe Mammalia) completamente adaptados ao meio aquático, e compreendem os animais popularmente conhecidos por golfinhos, botos e baleias. Os cetáceos ocupam todos os oceanos e seus principais *habitats*, em águas rasas e profundas, de regiões polares a tropicais. A maioria das espécies é marinha, porém existem famílias e espécies de água doce, ocupando algumas grandes bacias hidrográficas do mundo, como a do rio Amazonas. São reconhecidas pelo menos 78 espécies de cetáceos no mundo (REYNOLDS III; ODELL; ROMMEL, 1999), distribuídos em dois grupos principais (LODI; BOROBIA, 2013): os cetáceos com barbatana, Subordem Mysticeti; e cetáceos com dentes, subordem Odontoceti.

Os animais da subordem Mysticeti são conhecidos popularmente como baleias verdadeiras, incluindo os maiores animais que já viveram na Terra. As principais características que diferenciam esse grupo é a presença de barbatanas queratinizadas para alimentação no lugar de dentes e dois orifícios respiratórios. Já os animais da subordem Odontoceti fazem parte de um grupo mais diversificado, caracterizados por possuir dentes e um único orifício respiratório. Entre os odontocetos, destaca-se a Família Delphinidae, que apresenta a maior riqueza de espécies entre os cetáceos (LODI; BOROBIA, 2013).

Os cetáceos apresentam grande importância ecológica. Muitas espécies são predadoras de topo de cadeia e influenciam a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas (BOWEN, 1997). Outros desempenham papéis ecológicos importantes, como a fertilização dos oceanos (ROMAN et al., 2014), servindo de hospedeiros para espécies comensais e parasitas (GASPARINI; SAZIMA, 1996) e como fonte de recurso para diversas espécies, como decompositores de carcaça (BORNATOWSKI et al., 2012).

Por outro lado, os cetáceos sofrem diversas ameaças causadas por atividades humanas: capturas incidentais ou intencionais; interação com a pesca; atividades de prospecção e exploração de óleo e gás; tráfego de embarcações (colisões e poluição sonora); poluição química; degradação ambiental e perda de *habitat*; mudanças climáticas e sobrepesca (ROCHA-CAMPOS; CÂMARA, 2011; FLEMING; JACKSON, 2011). Os mamíferos aquáticos, em geral, devido às suas características biológicas, são mais

vulneráveis a ameaças se comparados a outros grupos, pois as espécies apresentam crescimento lento e taxa reprodutiva baixa, além de geralmente necessitarem de grandes áreas para realizar suas atividades vitais (ROCHA-CAMPOS; CÂMARA, 2011).

2.10.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de estudo para a composição da linha-base dos cetáceos, referente às informações anteriores à chegada da lama proveniente do desastre ocorrido em Mariana/MG ao mar, em 22 de novembro de 2015, foi definida inicialmente para a região litorânea do Espírito Santo e extremo sul da Bahia, com os seguintes limites: ao norte no limite norte do banco de Abrolhos, estado da Bahia; e ao sul a divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

A grande extensão de área de estudo definida para esse grupo é justificada pelos grandes deslocamentos que os cetáceos são capazes de realizar (e.g., ZERBINI et al., 2006; LODI et al., 2008). Além disso, pela natureza do meio aquático, contaminantes podem persistir no ambiente e se dispersar pelas correntes marítimas por grandes distâncias. Assim, apesar da área afetada definida pela região de passagem e deposição da lama estar concentrada nas adjacências da foz do rio Doce, especialmente ao sul desta, a lama diluída se espalhou por uma grande região, incluindo regiões oceânica até o estado do Rio de Janeiro (MARTA-ALMEIDA et al., 2016). Ao adentrar a cadeia trófica esses poluentes podem ser transportados para diferentes regiões através dos movimentos de presas.

2.10.2 METODOLOGIA

Foram realizadas buscas por publicações em bases de dados científicos (Google acadêmico), assim como em bibliografia especializada, referentes aos cetáceos. A busca abrangeu livros, artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, teses de doutorado e dissertações de mestrado, monografias, trabalhos publicados em eventos técnicos e acadêmicos e documentos técnicos como relatórios de monitoramento ambiental, estudos de impactos, entre outros. Foram utilizadas combinações de palavras-chave tanto em português quanto em inglês: cetáceos (*cetacean*), mamíferos marinhos (*marine mammals*), golfinho (*dolphin*), boto, baleia (*whale*), Espírito Santo, Abrolhos, bacia de Campos (*Campos basin*), rio Doce. Todos os trabalhos encontrados, desenvolvidos anteriormente ao dia 22 de novembro de 2015, foram analisados. Parte dos dados relevantes para o tema deste relatório foi compilada e descrita a seguir.

Cabe destacar que o gênero *Sotalia* era considerado monoespecífico, com dois ecótipos, sendo um marinho e outro fluvial, ambos chamados *S. fluviatilis*. A situação taxonômica do gênero foi resolvida recentemente, com a separação do gênero em duas espécies baseada em morfologia craniana e genética molecular, sendo a espécie marinha denominada *S. guianensis* (MONTEIRO-FILHO; MONTEIRO; REIS, 2002).

2.10.3 RESULTADOS

A área de abrangência deste estudo de linha-base conta com o registro de ocorrência de diversas espécies de cetáceos, sendo algumas de ocorrência restrita ao Oceano Atlântico Ocidental, e outras ameaçadas de extinção em diferentes níveis.

2.10.3.1 Registro de espécies de cetáceos na área de abrangência

Grande parte dos registros de cetáceos do Espírito Santo é proveniente de animais encalhados junto à costa (e.g., GASPARINI; SAZIMA, 1996; FREITAS NETTO; BARBOSA, 2003; SICILIANO et al., 2007; FÉLIX, 2014). Outros estudos recentes coletaram dados sobre avistamentos de animais vivos por meio de embarcações (e.g., ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; SOUZA-LIMA, 2006; DANILEWICZ et al., 2013; WEDEKIN et al., 2014; CTA, 2016) ou sobrevoos (e.g., MORENO et al., 2003; ANDRIOLO et al., 2010).

Na área de abrangência deste estudo foram registradas pelo menos 32 espécies de cetáceos (SICILIANO et al., 2006; PETROBRAS, 2004; NUTRIPETRO, 2013; CTA, 2016) (**Tabela 29**), o que corresponde a, aproximadamente, 71% da riqueza de cetáceos da costa brasileira (LODI; BOROBIA, 2013). O *status* de conservação foi baseado no *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* de 2016 (ICMBIO, 2016) e citado apenas para as espécies em algum nível de ameaça. Aproximadamente 22% das espécies registradas para a região estão classificadas com algum grau de ameaça de conservação.

As diferentes espécies de cetáceos demonstram preferências por determinados *habitats* específicos, que podem ser descritos pelas profundidades que usam para realizar suas atividades vitais (ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; SOUZA-LIMA, 2006; CTA, 2016). Com base nessa característica, já foram propostos pelo menos três grupos de cetáceos que habitam as águas do Espírito Santo (CHIARELLO et al., 2007): (1) *cetáceos costeiros* (C): usam exclusivamente regiões da plataforma continental e costeira; (2) *cetáceos costeiro-oceânicos* (C-O): que podem usar desde regiões rasas até regiões profundas; e (3) *cetáceos oceânicos* (O): usam exclusivamente regiões mais profundas.

No contexto do rompimento da barragem de Fundão, os cetáceos exclusivamente costeiros merecem atenção especial por usarem preferencialmente regiões próximas da costa e/ou rasas como *habitats* críticos, e foram justamente essas áreas mais afetadas pela passagem e deposição da lama. Dos pequenos cetáceos costeiros, destacam-se o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e a toninha (*Pontoporia blainvillei*). O golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e o golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) também utilizam regiões costeiras, mas podem ser encontrados com frequência em regiões oceânicas também e são menos residentes. Dos grandes cetáceos, destacam-se a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), que usam regiões rasas para a reprodução, mas podem usar regiões oceânicas durante a migração e alimentação (LODI; BOROBIA, 2013).

Tabela 29 – Espécies de cetáceos de ocorrência no litoral do Espírito Santo, com registro anterior ao rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG.

	Subordem	Gênero Espécie	*Status**	*Habitat***	Nome Comum	Referências
1	Mysticeti	*Eubalaena australis* (Desmoulins, 1822)	EN	C-O	Baleia-franca-austral	Santos et al. (2001)
2		*Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758)	CR	O	Baleia-azul	Petrobras (2004)
3		*Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758)	EN	O	Baleia-fin	Wedekin et al. (2014)
4		*Balaenoptera borealis* (Lesson, 1828)	EN	O	Baleia-sei	Barros (1991)
5		*Balaenoptera edeni* (Anderson, 1879)		C-O	Baleia-de-Bryde	CTA (2016)
6		*Balaenoptera acutorostrata* (Lacépède, 1804)		C-O	Baleia-minke-comum	CTA (2016)
7		*Balaenoptera bonaerensis* (Burmeister, 1867)		O	Baleia-minke-antártica	Wedekin et al. (2014)
8		*Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781)		C-O	Baleia-jubarte	Freitas Netto e Barbosa (2003), Wedekin et al. (2014)
9	Odontoceti	*Physeter macrocephalus* (Linnaeus, 1758)	VU	O	Cachalote	Freitas Netto e Barbosa (2003)
10		*Kogia breviceps* (Blainville, 1838)		O	Cachalote-pigmeu	Petrobras (2004)
11		*Kogia sima* (Owen, 1866)		O	Cachalote-anão	Petrobras (2004)
12		*Berardius arnuxii* (Duvernoy, 1851)		O	Baleia-bicuda-de-arnoux	Siciliano et al. (2006)
13		*Ziphius cavirostris* (G. Cuvier, 1823)		O	Baleia-bicuda-de-cuvier	Mayorga, Barbosa e Bhering (2011)
14		*Mesoplodon europaeus* (Gervais, 1855)		O	Baleia-bicuda	Siciliano et al. (2006)
15		*Mesoplodon mirus* (True, 1913)		O	Baleia-bicuda-de-true	Siciliano et al. (2006)
16		*Orcinus orca* (Linnaeus, 1758)		C-O	Orca	Wedekin et al. (2014)
17		*Globicephala macrorhynchus* (Gray, 1846)		O	Baleia-piloto	PETROBRAS (2004)
18		*Lagenodelphis hosei* (Fraser, 1956)		O	Golfinho-de-Fraser	PETROBRAS (2004)
19		*Pseudorca crassidens* (Owen, 1846)		O	Falsa-orca	CTA (2016)
20		*Feresa attenuata* (Gray, 1875)		O	Orca-pigméia	CTA (2016)
21		*Peponocephala electra* (Gray, 1846)		O	Golfinho-cabeça-de-melão	Gasparini e Sazima (1996); Félix (2014)
22		*Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864)	VU	C	Boto-cinza	Felix (2014)
23		*Steno bredanensis* (G. Cuvier in Lesson, 1828)		C-O	Golfinho-de-dentes-rugosos	Freitas Netto e Barbosa, (2003); Wedekin et al. (2014)
24		*Grampus griseus* (G. Cuvier, 1812)		O	Golfinho-de-Risso	CTA (2016)

Subordem	Gênero Espécie	*Status**	*Habitat***	Nome Comum	Referências
25	*Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)		C-O	Golfinho-nariz-de-garrafa	Freitas Netto e Barbosa (2003), Wedekin et al. (2014)
26	*Stenella attenuata* (Gray, 1846)		O	Golfinho-pintado-pantropical	Moreno et al. (2005)
27	*Stenella frontalis* (G. Cuvier, 1829)		O	Golfinho-pintado-do-atlântico	Danilewicz et al. (2013)
28	*Stenella longirostris* (Gray, 1828)		O	Golfinho-rotador	Moreno et al. (2005)
29	*Stenella clymene* (Gray, 1846)		O	Golfinho-clímene	Moreno et al. (2005)
30	*Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)		O	Golfinho-riscado	Moreno et al. (2005)
31	*Delphinus delphis* (Linnaeus, 1758)		C-O	Golfinho-comum	Barros (1991)
32	*Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844)	CR	C	Toninha	Freitas Netto e Barbosa (2003); Félix (2014)

* O *status* de conservação foi baseado no *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* de 2016 (ICMBIO, 2016);

** *Habitat*: C – exclusivamente costeiro; C-O – costeiro-oceânico; O – exclusivamente oceânico.

Entre todas as espécies, pelo menos três são observadas frequentemente em regiões próximas da costa do estado do Espírito Santo, em especial as regiões costeiras adjacentes à foz do rio Doce. Essas três espécies são representativas tanto pela sua ocorrência quanto pelo grau de ameaça que sofrem, e serão descritas em mais detalhes abaixo: o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), toninha (*Pontoporia blainvillei*) e baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). Entre 2010 e 2016, as praias do estado do Espírito Santo foram monitoradas e as carcaças de animais marinhos foram registradas e coletadas (SCITECH, 2017), sendo que as três espécies que mais encalharam mortas nas praias foram justamente o boto-cinza, a toninha e a baleia-jubarte.

Além dessas espécies, vale lembrar que a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) também podem ser observadas em regiões costeiras do estado do Espírito Santo, mas com menor frequência.

2.10.3.2 Boto-cinza (*Sotalia guianensis*)

O boto-cinza é um pequeno cetáceo odontoceto da família Delphinidae (Figura 120). Ocorre na costa Atlântica ocidental da América do Sul e Central, desde o Sul do Brasil até Honduras (Figura 121), normalmente em regiões próximas à costa e estuarinas, e geralmente em pequenos grupos (FLORES; SILVA, 2009).

Figura 120 – Grupo de botos-cinza (*Sotalia guianensis*)

Fonte: Instituto Boto-cinza, disponível em: <https://www.institutobotocinza.org/galeria?lightbox=dataItem-iql7ntx0>.

Figura 121 – Área de ocorrência do boto-cinza.

Fonte: Adaptado de IUCN (2018).

Segundo o *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extin*ção, a espécie é classificada como vulnerável (VU) (ICMBIO, 2016). Já para a lista mundial (IUCN, 2018) e estadual (IEMA, 2017a) consta como dados insuficientes (DD). Chama atenção o fato de que o boto-cinza não é classificado com nenhum grau de ameaça para o estado Espírito Santo (ver CHIARELLO et al., 2007), contrariando uma tendência de outros estados, como Paraná e Santa Catarina, de classificar essa espécie como ameaçada devido ao fato da espécie ser uma especialista de *habitat* e sofrer com diversas ameaças humanas.

Botta (2011), em estudo com 156 indivíduos de *S. guianensis* de diversas regiões da costa brasileira, classificou os animais em quatro grupos principais por meio da análise de composição dos isótopos nos dentes, sendo uma unidade para o Espírito Santo. Esse estudo, assim como outros estudos genéticos, indica que existem unidades populacionais distintas ao longo da costa.

A espécie já foi observada em diferentes localidades do estado do Espírito Santo, demonstrando residência e fidelidade ao uso de algumas áreas. Na baía de Benevente, sul do estado, em estudo realizado de 2012 a 2014, foi estimada uma população entre 59 e 78 indivíduos (MAMEDE, 2015). Segundo a autora, foi observada uma baixa densidade, porém, com a maior parte dos indivíduos residentes. Foram observados filhotes durante todo o estudo e em todas as estações do ano.

No banco de Abrolhos, Rossi-Santos, Wedekin e Sousa-Lima (2006) identificaram, entre 1994 e 2007, 101 grupos de botos-cinza, sendo que os avistamentos concentraram-se na região norte, e nas proximidades da foz do rio Doce, onde houve uma concentração de avistagens de grupos da espécie. Um grupo de 100 animais foi observado na região costeira ao largo da foz do rio Doce. O boto-cinza tendeu a usar regiões rasas, próximas da costa e da desembocadura de rios.

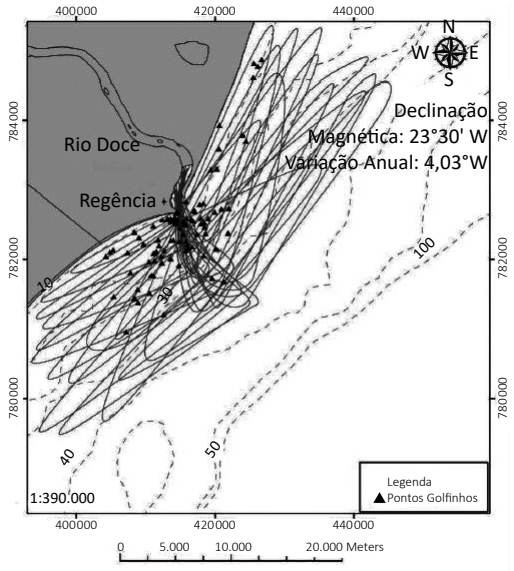
Uma população da espécie que ocorre dentro do banco de Abrolhos, no complexo estuarino e de manguezais de Caravelas, é a região de ocorrência da espécie mais bem estudada. Quase 60% dos indivíduos de botos-cinza foram classificados como residentes anuais e o restante como errantes de áreas vizinhas, incluindo regiões que se estendem até o extremo norte do estado do Espírito Santo (ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2007). A área de uso individual mostrou áreas comuns dentro do estuário, com alguns indivíduos chegando a 12 km rio acima e outros frequentando as águas costeiras, até 35 km ao sul. Em outro estudo na região, a frequência de avistamentos na foz do rio Caravelas foi relacionada com a profundidade, distância de bancos de areia, distância da costa, declividade, salinidade, temperatura e direção da maré (ROSSI-SANTOS; WEDEKIN; MONTEIRO-FILHO, 2010). Ainda para o estuário do rio Caravelas, Cantor et al. (2012) estudaram a dinâmica populacional do boto-cinza durante um período de 7 anos. A abundância estimada variou entre 57 e 124 botos, representando uma pequena população, segundo os autores. Também estudaram as taxas de permanência e migração, sugerindo grandes áreas de uso para alguns indivíduos e ocorrência de diversos indivíduos migrantes. Os autores também calcularam a taxa de sobrevivência e a abundância, que permaneceram constantes durante o estudo. Chama a atenção um estudo realizado no estuário do rio Caravelas que demonstra que os botos-cinza são observados em contato direto com fundos lodosos e que este comportamento, provavelmente, está relacionado com a alimentação, onde capturam presas bentônicas e demersais (ROSSI-SANTOS; WEDEKIN, 2006).

Outra população da espécie estudada por meio de observações a partir de pontos fixos foi em Conceição da Barra (FÉLIX, 2014). Os animais foram observados no interior do estuário, na foz do rio do rio São Mateus e na praia de Guriri, sendo encontrados durante todo o ano na região.

Um estudo realizado na foz do rio Doce em 2007 amostrou a área em 17 dias e identificou um total de 16 indivíduos, sendo que 7 animais (44%) foram reavistados (CEPILE, 2008). Estimativas de abundância usando modelos de marcação-recaptura com esses dados resultaram em uma população estimada entre 81 e 141 indivíduos. Entretanto, esse autor usou modelos simples, com a premissa de homogeneidade nas probabilidades de captura entre indivíduos, o que é uma premissa pouco realista para esses animais. Dessa forma, as estimativas apresentadas por esse autor estão certamente enviesadas e não devem servir como linha-base.

Em outro estudo realizado na foz do rio Doce/ES, Frizzera, Vasconcelos e Pinheiro (2007) registraram 35 grupos de *S. guianensis*, somando 104 indivíduos avistados durante oito embarques em 2006. Durante cada embarque, avistaram de 1 a 8 grupos com 1 a 10 indivíduos cada. Os avistamentos ocorreram de 50 a 900 m da costa. As saídas foram realizadas a partir de Regência e os animais foram observados frequentemente em uma região tanto ao sul quanto ao norte da foz do rio Doce (PINHEIRO, 2014) (Figura 122).

Figura 122 – Área de ocorrência do boto-cinza na foz do rio Doce.



Fonte: Pinheiro (2014).

Outros estudos se valeram de dados de animais encalhados nas praias ou capturados incidentalmente pela pesca. Casos de emalhamento acidental em aparatos de pesca pela espécie já foram reportados (FREITAS NETTO; BARBOSA, 2003). Carvalho et al. (2012) estudaram 37 indivíduos de boto-cinza capturados acidentalmente, ou encalhados no litoral do Espírito Santo. Foram identificados animais de até 20 anos de idade e os autores sugerem que, para o Espírito Santo, os animais dessa espécie alcançam maturidade física quando atingem 187,5 cm de comprimento total, próximo de seis a sete anos de idade, e que os animais são maiores que os encontrados em outras regiões como São Paulo e Paraná. Já Lima et al. (2017), em estudo realizado com animais encalhados de 1996 a 2010, encontraram animais de até 33 anos de idade. Os autores relatam, ainda, uma maior captura acidental de indivíduos jovens, em fase de desenvolvimento sexual por redes de pesca e indicam que tal fato pode atuar de forma importante na dinâmica populacional da espécie. Relatos de pescadores entrevistados ao longo do litoral do Espírito Santo indicam que a região de Regência é uma região de alto risco de emalhamento por conta da diversidade de redes de emalhe utilizados pelos pescadores artesanais deste local (FREITAS NETTO; DI BENEDITTO, 2008).

Na região do banco de Abrolhos, a dieta do boto-cinza já foi estudada por meio de conteúdos estomacais de animais encalhados nas praias (RODRIGUES, 2014; RUPIL, 2016). A dieta dos animais é essencialmente piscívora, complementada por crustáceos e cefalópodes. Entre os itens utilizados pela espécie, destaca-se o peixe-espada (*Thichiurus lepturus*), a tainha (*Mugil* sp.), o bagre (*Bagre* sp.) e peixes da família Scianidae.

2.10.3.3 Toninha (*Pontoporia blainvillei*)

A toninha ou franciscana é um cetáceo odontoceto (Figura **123**), único representante da família Pontoporiidae. Sua distribuição é restrita à América do Sul e vai desde Itaúnas/ES até o Golfo San Matías, na Argentina, com duas populações identificadas (MORENO et al., 2003; SECCHI; DANILEWICZ; OTT, 2003; FÉLIX, 2014).

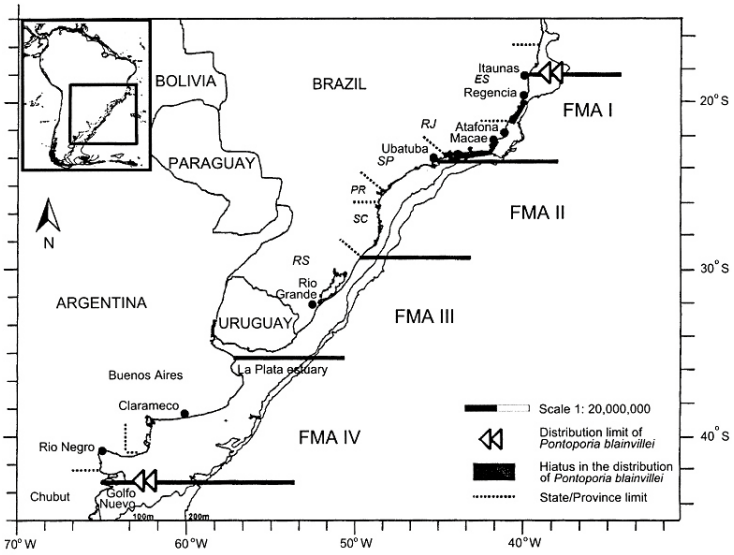
Figura 123 – Toninha (*Pontoporia blainvillei*).

Fonte: Projeto Toninhas, disponível em: <http://www.projetotoninhas.org.br/index.php/site/galeria>.

A espécie é classificada como criticamente ameaçada no *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*, sendo o pequeno cetáceo mais ameaçado da América do Sul devido, principalmente, à pesca de emalhe e de arrasto (ICMBIO, 2016). Pela lista mundial, é classificado como vulnerável (IUCN, 2018) e na lista estadual (IEMA, 2017a) consta como em perigo.

Secchi, Danilewicz e Ott (2003) definiram como *Franciscana Management Areas* (FMA) os limites de ocorrência dos estoques populacionais. As FMAs foram divididas pelos autores em 4: FMA I – Espírito Santo e Rio de Janeiro; FMA II – São Paulo e Santa Catarina; FMA III – Rio Grande do Sul e Uruguai; FMA IV – Argentina, até a província de Chubut (Figura **124**).

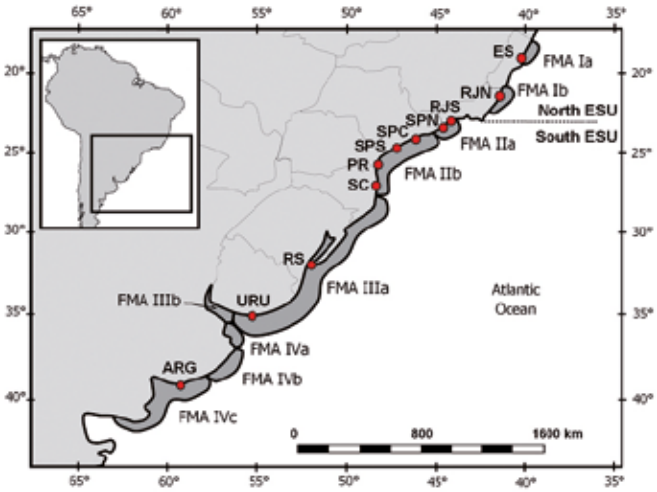
Figura 124 – Área de ocorrência da toninha com definição das áreas de manejo (FMA).



Fonte: Secchi, Danilewicz e Ott (2003).

Posteriormente, Cunha et al. (2014) analisaram sequências de DNA mitocondrial de toninhas, definindo a estruturação populacional em duas unidades evolutivas significativas, cada uma com populações maiores do que previamente reconhecido, e sugerindo uma revisão das FMAs (Figura **125**).

Figura 125 – Reavaliação das FMAs.

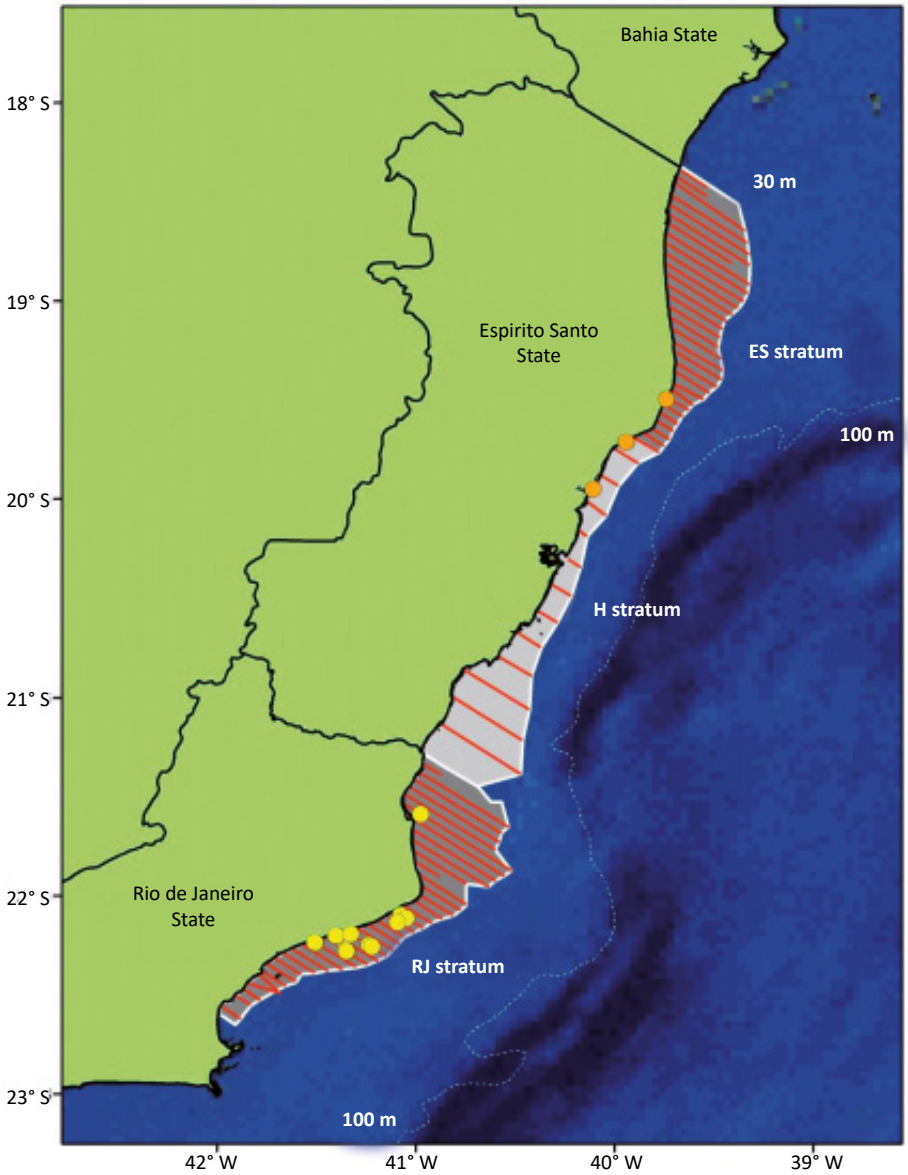


Fonte: Cunha et al. (2014).

O avistamento da espécie na área de estudo não é comum, sendo que os principais registros de ocorrência são por meio de animais capturados acidentalmente ou carcaças encontradas na praia (e.g. FREITAS NETTO; BARBOSA, 2003; FRIZZERA et al., 2012; FÉLIX, 2014; CUNHA et al., 2014). No Espírito Santo, o primeiro registro da espécie ocorreu em 1984, com registro de um crânio e oito vertebras da espécie, em Regência (GEISE; BOROBIA, 1987). Recentemente, houve a visualização de aproximadamente 20 indivíduos no norte do estado, próximo à foz do rio Doce (MORENO et al., 2003). É reconhecido um hiato na distribuição da espécie no litoral central a sul do estado do Espírito Santo (SICILIANO; DI BENEDITTO; RAMOS, 2002).

Entre 2011 e 2012, Danilewicz et al. (2012) realizaram um levantamento aéreo no litoral do Espírito Santo, percorrendo 1.146 km em extensão, e abrangendo 5.122 km², e nenhum indivíduo foi avistado dentro do esforço amostral. Apenas três grupos foram observados fora de esforço e bem próximos à costa, incluindo duas observações na região norte da área considerada como hiato de distribuição da espécie (Figura 126). A população mais setentrional da espécie habita a região costeira no norte do estado e foi observada em densidade muito baixa, estando provavelmente seriamente ameaçada de extinção.

Figura 126 – Avistamentos da toninha no Espírito Santo durante um levantamento aéreo realizado em 2011/2012.



Nota: Círculos laranjas correspondem a avistamentos fora de esforço, e círculos amarelos correspondem a avistamento dentro de esforço.

Fonte: Danilewicz et al. (2012).

Outros registros da toninha para o estado do Espírito Santo incluem diversas capturas acidentais em redes de emalhe, registradas a partir da coleta de carcaças encalhadas nas praias da região (FREITAS NETTO; BARBOSA, 2003). Após o boto-cinza, a toninha foi a espécie de cetáceo que mais foi encontrada encalhada morta nas praias da região ao sul e ao norte da foz do rio Doce (SCITECH, 2017).

A toninha se alimenta principalmente de peixes da família Scianidae, como *Isopisthus parvipinnis*, além de engraulídeos (família Engraulidae) e *Chirocentrodon bleekerianus*, da família Pristigasteridae (RUPIL, 2016). Neste estudo, foi observada uma grande sobreposição das presas consumidas pela toninha com as presas capturadas pela pesca de arrasto, tornando essa espécie vulnerável a uma potencial competição de recursos com a pesca.

2.10.3.4 Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*)

A baleia-jubarte é um cetáceo da ordem Mysticeti de grande porte (Figura 127), podendo atingir até 16 metros de comprimento e ocorrem em todos os oceanos (CLAPHAM; MEAD, 1999). No Atlântico Sul Ocidental, a espécie utiliza a costa brasileira como *habitat* para reprodução, concentrando-se no banco de Abrolhos (MORETE et al., 2003; ANDRIOLO et al., 2010). Altamente sazonal, a espécie não se alimenta no Brasil, sendo a atividade observada raramente (e.g. DANILEWICZ et al., 2009).

Figura 127 – Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*).

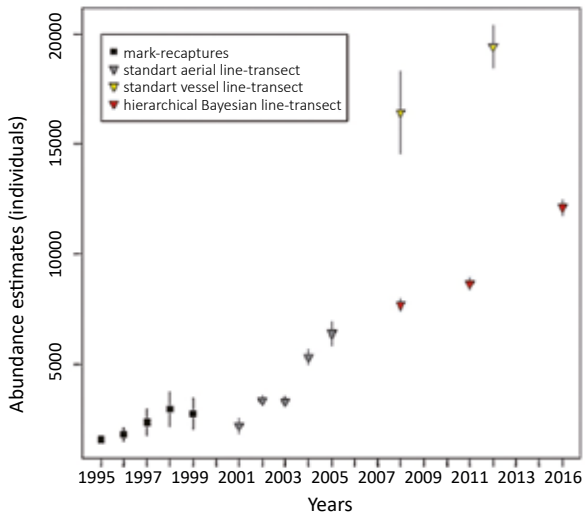
Fonte: Instituto Baleia Jubarte, disponível em: <http://www.baleiajubarte.org.br/galeriasFotos.php?p=2#!prettyPhoto>.

A baleia-jubarte é classificada como ameaçada na lista estadual (IEMA, 2017a), na categoria vulnerável. Já na lista mundial, seu *status* consta como pouco preocupante (IUCN, 2018) e na nacional como quase ameaçada (ICMBIO, 2016).

Entre as ameaças a essa espécie, a caça comercial foi a mais evidente, que reduziu drasticamente as populações no século passado. Outras, como captura acidental em redes de pesca, tráfego de embarcações (ruído e colisões com navios), o turismo de observação e a prospecção e exploração de gás e óleo, são ameaças em potencial e merecem atenção (CLAPHAM; MEAD, 1999; SOUSA-LIMA; CLARK, 2009; ENGEL; MARCONDES, 2011; BEZAMAT; WEDEKIN; SIMÕES-LOPES, 2015). Segundo Fleming e Jackson (2011), as mudanças climáticas também são uma ameaça em potencial a essa espécie, pois sua principal presa (*krill* antártico) depende do gelo para o recrutamento.

Diversos trabalhos estimaram a abundância da baleia-jubarte na costa brasileira e demonstram que essa população vem crescendo ao longo dos últimos anos (Figura 128) (BORTOLOTTO et al., 2016; PAVANATO et al., 2017). Mas a população não cresce de forma homogênea na costa brasileira, com taxas maiores de crescimento na região costeira e mais afastada da costa do banco de Abrolhos, enquanto na região central do banco a taxa de crescimento é menor (WEDEKIN et al., 2017).

Figura 128 – Estimativas de abundância da baleia-jubarte na costa brasileira.

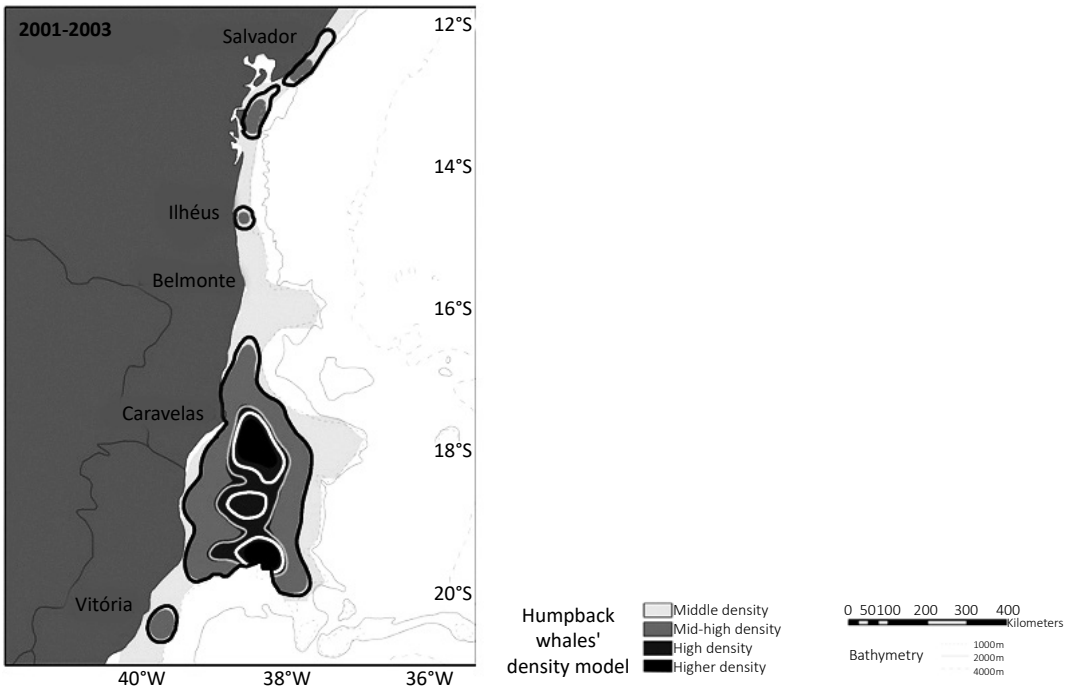


Fonte: Pavanato et al. (2017).

No banco de Abrolhos, Martins et al. (2001) analisaram o uso diferencial por grupos da baleia-jubarte. As áreas se diferenciaram na profundidade média em que as baleias foram encontradas, e os grupos contendo filhotes foram encontrados com mais frequência em locais mais rasos e perto do arquipélago. Morete et al. (2003) analisaram dados de abundância coletados entre 1998 e 2000 para estimar a variação na abundância sazonal da espécie. A abundância se mostrou sazonal, com menor abundância em julho e aumento gradativo com pico em setembro e decaimento contínuo até zero no final de novembro. Houve uma frequência de até 49,8% dos grupos com filhotes, destacando a região como área importante para a reprodução da espécie. De 1998 e 2004, Morete et al. (2008) identificaram flutuação na abundância das populações que utilizam o local durante a estação reprodutiva. Registraram 7.996 avistamentos de adultos e 2.044 de indivíduos jovens/recém-nascidos.

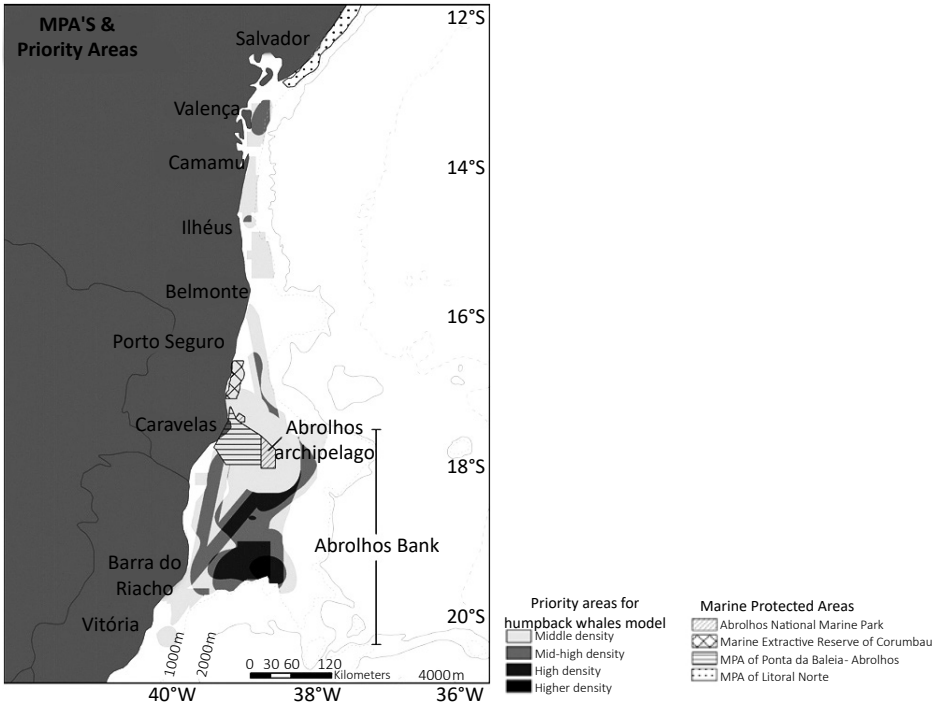
Martins et al. (2013) realizaram uma análise de distribuição e de risco para a espécie de acordo com sua ocorrência entre 2001 e 2003 (Figura 129). As baleias-jubarte se concentraram na região central do banco de Abrolhos, sendo o principal *habitat* reprodutivo da espécie na costa brasileira. Considerando o tráfego marítimo e áreas de exploração de óleo e gás, foi possível propor áreas prioritárias para conservação (Figura **130**).

Figura 129 – Distribuição da baleia-jubarte na costa do Espírito Santo e Bahia.



Fonte: Martins et al. (2013).

Figura 130 – Áreas prioritárias para conservação da baleia-jubarte no ES e BA.

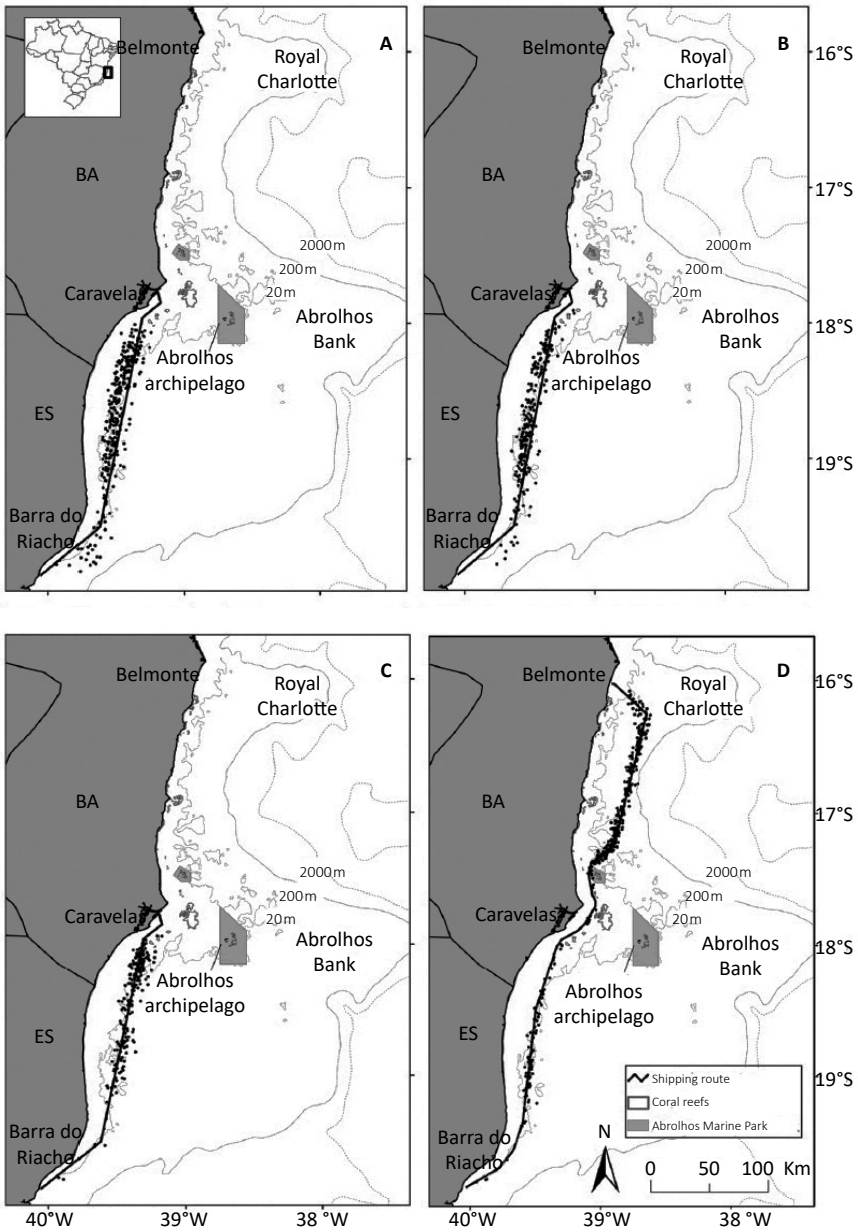


Fonte: Martins et al. (2013).

A espécie ocorre em todo o banco de Abrolhos, mas em menor frequência na costa sul do banco de Abrolhos, especialmente nas regiões próximas da foz do rio Doce (Figura 131) (BEZAMAT; WEDEKIN; SIMÕES-LOPES, 2015). Esse menor número de avistagens da baleia-jubarte na região da desembocadura do rio Doce, provavelmente, tem relação com a alta turbidez gerada pelas águas do rio, que são condições evitadas pela espécie. Entre Belmonte, Caravelas e Barra do Riacho (sul da Bahia), estes autores estimaram a densidade de baleias-jubarte com a intenção de estimar o número de colisões potenciais entre navios e baleias. Encontraram 0,085 indivíduos/km² entre Belmonte e Caravelas, e 0,023 indivíduos/km² entre Caravelas e Barra do Riacho durante o período reprodutivo de 2011. Ao final, calcularam um potencial de colisão de navios com 25 animais e de mortalidade potencial de 17 baleias por ano.

Ainda para a região de estudo, Wedekin et al. (2014) descrevem registros de cetáceos no ano de 2010, na cadeia Vitória-Trindade, incluindo a ilha de Trinda. Foram observados 9 grupos de baleia-jubarte, com maior concentração de avistagens e atividade reprodutiva (p.ex. canto) nos bancos próximos do banco de Abrolhos, sendo o local sugerido como *habitat* reprodutivo da espécie. Os avistamentos da espécie perto de Trindade foram ocasionais, pois os registros contaram com baixa densidade e poucos avistamentos.

Figura 131 – Distribuição da baleia-jubarte em (a) 2003, (b) 2004, (c) 2005 e (d) 2011.



Fonte: Bezamat, Wedekin e Simões-Lopes (2015).

2.10.3.5 Impactos antropogênicos

Além da vulnerabilidade do grupo, um agravante é que as ameaças geralmente são provenientes de diferentes fontes humanas, que podem atuar conjuntamente sobre as populações formando complexos cenários de conservação e impactos cumulativos (WEDEKIN et al., 2005). As respostas que os cetáceos têm aos impactos humanos se dão de diferentes formas, como mortalidade, diminuição da sobrevivência e/ou natalidade, injúrias, doenças, respostas fisiológicas relacionadas ao estresse, mudanças de distribuição e mudanças comportamentais de variados tipos (e.g., vocalizações, intervalo respiratório, velocidade e direcionalidade dos movimentos).

O estudo de causa de morte em cetáceos encalhados na região mostra que uma das principais causas de ameaça antrópica é a pesca (FREITAS NETTO; BARBOSA, 2003; FRIZZERA et al., 2012; FÉLIX, 2014). Também há relatos de obstrução do trato gastrointestinal por resíduos plásticos (e.g., COSTA; SILVEIRA; BARBOSA, 2013) e contaminações (e.g. DORNELES et al., 2008).

Freitas Netto e Barbosa (2003) realizaram uma compilação de capturas acidentais de cetáceos na região do Espírito Santo entre 1994 e 2001. Foram 56 indivíduos de seis espécies registrados, com número de indivíduos por espécie sendo: *Sotalia guianensis* (n=36); *Steno bredanensis* (n=3); *M. novaeangliae* (n=2); *P. blainvillei* (n=13); *Tursiops truncatus* (n=1); e *Physeter macrocephalus* (n=1).

Outro problema emergente são os casos de colisão com embarcações, especialmente de grandes baleias. Foi realizada uma modelagem do risco de atropelamentos de baleias-jubarte em uma rota de navegação costeira que cruza o banco de Abrolhos (BEZAMAT; WEDEKIN; SIMÕES-LOPES, 2015). Apesar de os casos de atropelamentos previstos pela modelagem não serem significativos para alterar a dinâmica de crescimento dessa população de baleias-jubarte, o estudo prevê que o risco de atropelamentos, incluindo os casos de atropelamento com morte, está aumentando ao longo do tempo, conforme a densidade das baleias aumenta e mais embarcações trafegam nas rotas de navegação.

Os cetáceos fazem parte dos predadores de topo de cadeia e bioacumulam elementos tóxicos ao longo da vida (ROCHA-CAMPOS; CÂMARA, 2011). Por conta da sua característica de animais bioacumuladores, com as fêmeas transmitindo contaminantes para sua prole através da amamentação, e terem vida longa, os cetáceos são considerados “sentinelas” dos ecossistemas marinhos onde vivem (WELLS et al., 2004). Ou seja, a saúde dos cetáceos reflete a saúde dos ecossistemas que vivem. A seguir, estão descritos os dados toxicológicos encontrados, bem como informações sobre patologias encontradas em animais capturados acidentalmente e encalhados. Os dados patológicos não trazem inferências sobre possíveis causas, ainda assim, futuramente, poderão auxiliar no diagnóstico a ser realizado sobre os danos do desastre em Mariana. O grande desafio é investigar a relação de contaminantes ambientais com alterações patológicas e, ultimamente, se existem reflexos dessas patologias na demografia e viabilidade das espécies.

2.10.3.6 Dados toxicológicos

Para a área de estudo, dados referentes a concentrações de componentes tóxicos e elementos-traço para os cetáceos são escassos previamente ao rompimento da barragem de Fundão, em MG. Preocupa o fato de que populações costeiras de golfinhos tendem a apresentar níveis mais elevados de contaminantes do que populações oceânicas (ROCHA CAMPOS; CÂMARA, 2011).

Existem coletas de tecidos de cetáceos realizadas na região por diferentes instituições (e.g., SCITECH, 2017), mas ainda não se sabe se essas amostras poderão ser avaliadas quando aos contaminantes presentes e suas concentrações no período pré-desastre. Atualmente, estuda-se a possibilidade de dosagem de contaminantes em tecidos duros como os dentes, permitindo obter informações importantes do período pré-desastre de espécimes tombados em coleções científicas, com a da ONG Instituto Baleia Jubarte.

Dorneles et al. (2008) realizaram análises de concentração de estanho (Sn) em tecido hepático de pequenos cetáceos, totalizando 67 indivíduos de 12 espécies capturados acidentalmente no Rio de

Janeiro e no Espírito Santo, entre 1994 e 2006. O estanho é utilizado em diversas indústrias, em biocidas na agricultura, em tintas *antifouling*, entre outros. Segundo os autores, botos-cinza da costa brasileira são altamente expostos à contaminação por compostos organoestânicos, quando comparados à literatura existente, e por isso sugerem que a espécie é apropriada para avaliação de contaminação ambiental por esses compostos.

Não foram encontrados dados sobre a concentração de mercúrio (Hg) em tecidos de cetáceos no ES. Porém, existe bibliografia acerca do potencial bioacumulador desse elemento, especialmente para os odontocetos em espécies de ocorrência no Brasil (KEHRIG et al., 2009; LEGAT; BRITO, 2010; MOURA et al., 2012).

Dorneles et al. (2013) avaliaram o conteúdo de dioxinas e compostos relacionados (DRCs) nas espécies: *Pontoporia blainvillei*, *Sotalia guianensis*, *Steno bredanensis* e *Pseudorca crassidens* do litoral do Espírito Santo ao litoral do Rio Grande do Sul, porém, a maioria das amostras foi coletada em animais do Rio de Janeiro. Para *S. guianensis*, os autores relatam que os níveis de pesticidas organoclorados (PCBs) são os mais altos já descritos para cetáceos.

Alonso, Eljarrat e Gorga (2012) estudaram a ocorrência de compostos chamados antichamas, à base de bromo (*Brominated Flame Retardants* – BFRs), ou organobromados, em *P. blainvillei* na costa brasileira. Foram analisadas amostras de fígado de 53 animais, sendo 13 no Espírito Santo, sugerindo que esses componentes estão sofrendo bioacumulação na cadeia trófica do Atlântico Sul Ocidental.

Para alguns elementos, o processo de contaminação e biomagnificação não é observado. No caso do selênio (Se), por exemplo, não se observou o processo de biomagnificação desse elemento no boto-cinza, em estudo realizado com animais de diferentes níveis tróficos (peixes, lula, boto) no Rio de Janeiro (KEHRIG et al., 2009).

2.10.3.7 Dados patológicos

Existem alguns estudos pretéritos sobre a saúde dos cetáceos da região que poderão auxiliar o andamento das investigações sobre danos provenientes da contaminação causada pelo desastre de Mariana/MG.

Costa, Silveira e Barbosa (2013) analisaram amostras de 14 animais encalhados no litoral do Espírito Santo, sendo cinco deles da espécie *S. guianensis*. Amostras de diferentes órgãos foram analisadas, e indicadas as principais alterações: amostras hepáticas – esteatose, congestão e degeneração hidrópica, seguido de hepatite, necrose e cirrose; amostras pulmonares – enfisema e atelectasia, predominantemente, e edema, espessamento do septo alveolar, congestão e demais indicativos de insuficiência respiratória; amostras renais – congestão e glomerulonefrites, principalmente, e mineralização, lipidose renal, cistos e hemorragia glomerular.

Groch et al. (2012) analisaram anormalidades do tecido esqueletal encontradas em baleias-jubarte encalhadas no banco de Abrolhos entre 2002 e 2011. Do total de 49 baleias, 20 (24,5%) apresentaram mudanças patológicas em um ou mais ossos, sendo mudanças degenerativas e malformações de desenvolvimento mais frequentes (10,2% cada), seguido de lesões traumáticas e inflamatórias/infecciosas (8,2% cada). Foram registradas lesões degenerativas na coluna vertebral, entre costelas e úmero, lesões infecciosas na coluna vertebral, lesões traumáticas nas costelas, e anormalidades de

desenvolvimento na coluna vertebral e costelas. As lesões foram distribuídas entre filhotes, juvenis e adultos. Cada indivíduo teve a data de encalhe registrada, sexo, idade, e tipos de lesão indicados. Esses dados podem servir como comparativos caso ocorra um aumento na prevalência e incidência destas más-formações.

Costa-Silva et al. (2012) descreveram alterações em processo espinhoso dos odontocetos que encalharam no banco de Abrolhos de 2002 a 2012. Nesse estudo, mais de 60 cetáceos de 10 espécies diferentes foram avaliados. As alterações foram encontradas em indivíduos das espécies *Sotalia guianensis*, *Stenella clymene* e *Tursiops truncatus* que encalharam na região.

Groch et al. (2014) descreveram o primeiro relato da ocorrência de morbilívirus em um cetáceo proveniente de Guriri no ES. Se tratava de um exemplar da espécie *Sotalia guianensis* e apresentava hepatite necrotizante multifocal, meningoencefalite linfoplasmociica e neutrofílica, perineurite em nervo óptico, pneumonia intersticial linfoplasmocítica e neutrofílica, depleção linfoide multicêntrica severa. Morbilivírus está associado a encalhes em massa em outras espécies de cetáceos em todo o mundo (DOMINGO et al., 1992), e recentemente foi observada uma mortalidade em massa dessa espécie na costa do estado do Rio de Janeiro (GROCH et al., 2018).

Costa-Silva et al. (2014) descreveram as lesões de pele encontradas em *Sotalia guianensis* do sul do estado da Bahia, Baía de todos os Santos/BA e Baía Norte/SC. Nesse estudo, foram avaliados um banco de imagem de 2002 a 2010 e foram encontrados uma prevalência maior de lesões nodulares (n=5) e lesões abertas não cicatrizadas (n=3) de mais de 2.600 fotos analisadas dos boto-cinza da região de Caravelas/BA. Nesse estudo, não foram encontrados indícios de lacaziose-like ou poxvírus nesses animais, apesar de haver registro dessas enfermidades em outras regiões do país.

Outros patógenos ainda não registrados nessa região são as infecções causadas por fungos, que são geralmente oportunísticas e surgem associadas a outros fatores como desnutrição, stress e infecção viral (VOS et al., 2003).

2.10.3.8 Patologias associadas à contaminação

Pouco se conhece sobre efeitos na saúde de cetáceos decorrentes de contaminantes que possam ser relacionados no futuro para o diagnóstico dos danos a ser realizado. Estudos com diferentes organismos, contudo, podem fornecer importantes evidências de danos à saúde de organismos expostos à contaminantes. Abaixo dois exemplos de alterações patológicas em animais causadas por contaminantes como os presentes na lama contaminada descarregada no rio Doce após o desastre.

As causas da intoxicação por arsênico em mamíferos marinhos ainda são desconhecidas, porém em mamíferos terrestres a intoxicação pode ocorrer com arsênicos orgânicos ou inorgânicos ingeridos ou absorvidos pela pele e pode afetar múltiplos órgãos. O envenenamento com arsênicos inorgânicos pode causar lesões hepáticas e renais, além de causar neurotoxicidade. Os arsênicos orgânicos e sua toxicidade ainda são desconhecidas (ZACHARY, 2009).

A intoxicação por chumbo em bovinos pode apresentar corpúsculo de inclusão intranucleares em células epiteliais dos túbulos renais (MYERS; McGAVIN, 2009), e o envenenamento por esse metal

pode causar lesão em diversos tecidos como sistema nervoso central, fígado, rins trato gastrointestinal, medula óssea, órgãos reprodutivos e endócrino. Porém em casos agudos ou hiperagudos pode ocorrer sem alterações macroscópicas ou microscópicas (ZACHARY, 2009). Porém, não há literatura até onde temos conhecimento para cetáceos.

2.11 AVES MARINHAS

Aves marinhas são convenientemente definidas como aquelas que obtêm seu alimento em águas oceânicas ao longo de boa parte de suas vidas, reproduzindo-se em ilhas oceânicas ou continentais – eventualmente em ambientes terrestres continentais. Consideram-se, no presente estudo, as espécies das ordens Sphenicifomes e Procellariformes, além de alguns Pelecaniiformes e Charadriiformes.

2.11.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

O mesmo critério geográfico definido às aves costeiras foi seguido para obter dados das aves marinhas, ou seja, considerou-se toda a extensão do litoral do estado do Espírito Santo, incluindo-se ilhas oceânicas. Da mesma forma que anteriormente descrito, o recorte geográfico se justifica em virtude da alta vagilidade das aves costeiras e da imprecisão das estimativas de extensão da pluma de rejeitos. Ao admitir um escopo mais abrangente, assumimos uma postura preventiva ao considerar a totalidade das aves potencialmente sujeitas aos danos. Uma abordagem mais específica quanto à potencialidade de danos oriundos do rejeito é feita com base em dados da biologia e conservação das espécies.

2.11.2 METODOLOGIA

Os dados de ocorrência das espécies de aves foram obtidos do portal WikiAves (www.wikiaves.com.br), compilando-se a ocorrência de aves marinhas com registros documentados no estado do Espírito Santo. Consultaram-se, ainda, outras fontes de informação em busca de dados importantes à avifauna capixaba, especificamente Coelho et al. (1990), Vooren e Brusque (1999), Efe (2004), Fonseca Neto (2004), Bencke et al. (2006), Biodinâmica (2007), Simon (2009), Valente et al. (2011) e Cemave (2016).

As aves marinhas foram classificadas seguindo os critérios de Somenzari et al. (2018), descritos no tópico das aves costeiras. Táxons de interesse conservacionista foram também categorizados conforme avaliações nacional (BRASIL, 2014) e internacional (IUCN, 2018) de risco de extinção. Adota-se, a nomenclatura e ordenamento taxonômico conforme proposta de Piacentini et al. (2015).

2.11.3 RESULTADOS

Considerando as informações constantes no banco de dados digital WikiAves, adicionadas de menções pontuais da literatura consultada, o estado do Espírito Santo totaliza a ocorrência de 45 espécies de aves marinhas (Tabela **30**). Ressalta-se que alguns dos táxons são também considerados ocupantes de ambientes costeiros, destacadamente *Larus dominicanus* e *Rhynchops niger*.

Tabela 30 – Aves marinhas com ocorrência no litoral do estado do Espírito Santo, indicando categorias de risco no âmbito estadual, nacional e internacional.

Família	Espécie	Nome Comum	Migração	Risco (est.)	Risco (nac.)	Risco (int.)
Spheniscidae	Spheniscus magellanicus	pinguim-de-magalhães	MGT			
Diomedeidae	Thalassarche chlororhynchos	albatroz-de-nariz-amarelo	MGT		EN	EN
	Thalassarche melanophris	albatroz-de-sobrancelha	MGT			
Procellariidae	Macronectes giganteus	petrel-gigante	MGT			
	Daption capense	pomba-do-cabo	MGT			
	Fulmarus glacialoides	pardelão-prateado	MGT			
	Pterodroma hasitata	diablotim	VAG			EN
	Pterodroma incerta	grazina-de-barriga-branca	MGT		EN	EN
	Pterodroma arminjoniana	grazina-de-trindade	PRC	EN	CR	VU
	Pachyptila vittata	faigão-de-bico-largo	VAG			
	Procellaria aequinoctialis	pardela-preta	MGT			
	Procellaria conspicillata	pardela-de-óculos	MGT		VU	VU
	Calonectris borealis	bobo-grande	MGT			
	Puffinus griséus	pardela-escura	MGT			
	Puffinus gravis	bobo-grande-de-sobre-branco	MGT			
	Puffinus puffinus	bobo-pequeno	MGT			
	Puffinus lherminieri	pardela-de-asa-larga	MGT	CR	CR	
Hydrobatidae	Fregetta grallaria	painho-de-barriga-branca	MGT			
	Fregetta tropica	painho-de-barriga-preta	MGT			
	Oceanites oceanicus	alma-de-mestre	MGT			
	Oceanodroma leucorrhoa	painho-de-cauda-furcada	MGT			
Phaethontidae	Phaethon aethereus	rabo-de-palha			EN	
Fregatidae	Fregata magnificens	tesourão				
	Fregata minor	tesourão-grande		CR	CR	
	Fregata ariel	tesourão-pequeno		CR	CR	
Sulidae	Sula dactylatra	atobá-grande				
	Sula sula	atobá-de-pé-vermelho		EN		
	Sula leucogaster	atobá-pardo				
Stercorariidae	Stercorarius chilensis	mandrião-chileno	MGT			
	Stercorarius maccormicki	mandrião-do-sul	MGT			
	Stercorarius pomarinus	mandrião-pomarino	MGT			
	Stercorarius parasiticus	mandrião-parasítico	MGT			
Laridae	Leucophaeus pipixcan	gaivota-de-franklin	VAG			
	Larus dominicanus	gaivotão				
Sternidae	Anous stolidus	trinta-réis-escuro				
	Anous minutus	trinta-réis-preto				
	Gygis alba	grazina				
	Onychoprion fuscatus	trinta-réis-das-rocas	MGT			
	Sterna hirundo	trinta-réis-boreal	MGT			
	Sterna dougallii	trinta-réis-róseo	MGT			VU

Família	Espécie	Nome Comum	Migração	Risco (est.)	Risco (nac.)	Risco (int.)
	Sterna paradisaea	trinta-réis-ártico	MGT			
	Sterna hirundinacea	trinta-réis-de-bico-vermelho	PRC			VU
	Thalasseus acuflavidus	trinta-réis-de-bando	PRC			
	Thalasseus maximus	trinta-réis-real	PRC		VU	EN
Rynchopidae	Rynchops niger	talha-mar	PRC			

Nota: Migração: PRC – migrante parcial; MGT – migrante; VAG – vagante. Risco (est.): categoria de ameaça de extinção conforme determinal estadual (PASSAMANI; MENDES, 2007); Risco (nac.): categoria de ameaça de extinção conforme determinação nacional (BRASIL, 2014). Risco (int.): categoria de ameaça de extinção conforme determinação nacional (IUCN, 2018). VU – Vulnerável; EN – Em Perigo; CR – Criticamente Ameaçada.

Desse conjunto de espécies, 26 são táxons migratórios, entre espécies que se reproduzem nas porções mais austrais do planeta e atingem a costa capixaba durante o inverno (p.ex. *Spheniscus magellanicus*, famílias Diomedeidae, maior parte dos Procellariidae, *Fregetta tropica*, *Oceanites oceanicus, Stercorarius chilensis, S. maccormicki*); espécies que ocorrem na região tropical Atlântica e migram ao Atlântico Sul para reproduzir-se (*Puffinus lherminieri*, *Fregetta grallaria*); táxons que reproduzem em partes do Hemisfério Norte e ocupam águas intertropicais no inverno (*Oceanodroma leucorrhoa*, *Stercorarius pomarinus, S. parasiticus*, muitos Sternidae). Formando um grupo bastante heterogêneo de modos de vida e distribuição geográfica, há espécies que ocupam apenas ambientes de alto mar e ilhas oceânicas, e outros táxons que percorrem a linha da costa ao longo do ano. A sazonalidade de ocupação do território do Espírito Santo é também bastante ampla, com espécies que atingem a região no inverno no intervalo de suas estações reprodutivas; e outras que ali chegam justamente em busca de ambientes adequados para reprodução no verão austral. A maior parte das espécies é piscívora, e assim há potencial de contaminação por elementos associados ao desastre por meio da bioacumulação de cadeias tróficas (WALKER, 1990; CARDOSO et al., 2014). Em virtude da enorme variedade de espécies com distribuições geográficas distintas, é difícil prever a extensão de potenciais danos a esse conjunto de aves, uma vez que é plausível até mesmo considerar danos em espécies que se reproduzem, por exemplo, no Ártico (p.ex. *Sterna paradisea*), nas ilhas Malvinas (p.ex. *Thalassarche melanophris*) ou na Antártica (p.ex. *Spheniscus magellanicus*; ver De Mas et al., 2015). Cabe destacar, no entanto, que boa parte dessas espécies são consideradas pouco frequentes e usualmente pouco abundantes na região; por outro lado, alguns são táxons em risco de extinção, seja no Brasil, seja em âmbito mundial (*Thalassarche chlororhynchos, Procellaria conspicillata, Puffinus lherminieri, Sterna dougallii*), e mesmo pequenas contribuições negativas às já fragilizadas populações podem trazer danos significativos ao táxon como um todo. Destaque conservacionista, entre as espécies migratórias, para *Puffinus lherminieri*, criticamente ameaçada no país e cuja única colônia reprodutiva conhecida na região é no arquipélago das Itatiaia, em Vila Velha – outro local onde se reproduz no Brasil é em Fernando de Noronha.

Cinco espécies marinhas são consideradas parcialmente migratórias, quais sejam, *Pterodroma arminjoniana, Sterna hirundinacea, Thalasseus acuflavidus, T. maximus* e *Rynchops niger*. Desse conjunto, especial relevância é de *Pterodroma arminjoniana*, ave endêmica da região de Trindade, onde ocorre a única colônia reprodutiva da espécie. Os padrões de deslocamento dessa espécie parecem

indicar que indivíduos jovens são mais ágeis, forrageando em águas tanto no Hemisfério Norte quanto ao Sul, até a Argentina (SOMENZARI et al., 2018), ao passo que os adultos parecem ser mais sedentários na região de Trindade. Essa característica torna os juvenis da espécie mais propensos a entrar em contato com contaminantes em relação aos adultos. Recentemente, desvendou-se que essa espécie forrageia principalmente em alto mar, mas há ocorrência regular de alguns indivíduos ao longo da costa brasileira, incluindo áreas atingidas pelo desastre (KRÜGER et al., 2016). A espécie *Sterna hirundinacea* também chama atenção quanto à potencialidade de sujeitar-se a danos do desastre: trata-se de táxon com duas populações reprodutivas, ambas atingindo a costa do Espírito Santo ao longo do ano (SOMENZARI et al., 2018). Uma delas nidifica no Uruguai e Argentina, e atinge o litoral capixaba no inverno durante o repouso reprodutivo. A população residente inicia sua reprodução em abril e estima-se que os contingentes populacionais que ocupam as ilhas do Espírito Santo representem mais de 1% da população global da espécie (BENCKE et al., 2006). Situação semelhante é de *Thalasseus acuflavidus*, cuja maior colônia reprodutiva do Atlântico Sul encontra-se nas ilhas do sul do Espírito Santo, contando com estimativas de mais de 14.000 indivíduos (EFE et al., 2000; BENCKE et al., 2006; SOMENZARI et al., 2018).

Três aves marinhas registradas no estado são consideradas vagantes, ou seja, sua ocorrência deve-se a observações pontuais e, provavelmente, representam indivíduos que atingiram a região de modo acidental. Trata-se de *Pterodroma hasitata*, *Pachyptila vittata* e *Leucophaeus pipixcan*. Tanto *Pretodroma hasitata* – espécie ameaçada de extinção mundialmente – quanto *Leucophaeus pipixcan* contam com registros explícitos na região de Trindade, ao passo que *Pachyptila vittata* conta com registro único, referente a "indivíduo encontrado debilitado na praia da Rebio Comboios, em 20/07/2002" (NOVAES; SIMON, 2003). Esse conjunto de aves, justamente por se tratar de eventos ocasionais de ocorrência, é presumivelmente menos propenso a sofrer de danos populacionais devido ao desastre.

Outras dez espécies são residentes na região, majoritariamente compostas por aves que ocupam a região de Trindade e ali encontram refúgios reprodutivos extremamente importantes. O arquipélago é o único local conhecido na nidificação de várias aves marinhas, como a já comentada *Pterodroma arminjoniana*, endemismo da região; *Fretaga minor* e *F. ariel*, sendo que a única colônia reprodutiva de ambas as espécies no Atlântico Sul é no arquipélago; além de várias outras espécies marinhas que se reproduzem numerosamente ali, como *Anous stolidus* e *Gygis alba*, além da migrante *Onychoprion fuscatus*.

Em virtude da presença de espécies endêmicas, colônias reprodutivas diversas, e o registro de agregação de indivíduos, identificaram-se duas áreas importantes para a conservação de aves no Espírito Santo (BENCKE et al., 2006), Trindade e Martim Vaz, e ilhas do litoral sul do Espírito Santo. Sobre a primeira área, consta:

> A avifauna autóctone das ilhas é composta exclusivamente por espécies marinhas, oito das quais pelo menos nidificantes. Trindade e Martim Vaz são os únicos sítios de reprodução confirmados de *Pterodroma arminjoniana* (grazina-de-trindade), considerada endêmica dessa porção do Atlântico Sul. Ao lado de [*Ohychoprion fuscatus*] (trinta-réis-das-rocas) e *Anous stolidus* (trinta-réis-escuro), é a espécie mais numerosa nas ilhas. Sua população foi estimada em 2.000-5.000 indivíduos em meados da década de 1990 e em 6.500 aves na virada do século. A colônia local de *Gygis alba* (grazina) é, possivelmente, a segunda maior do Atlântico Sul. *Fregata minor* (tesourão-grande) e *F. ariel* (tesourão-pequeno) têm em Trindade e Martim Vaz seus únicos locais de reprodução no oceano Atlântico, ocorrendo como as subespécies endêmicas *F. m. nicolli* e *F. a. trinitatis*. Ambas parecem ter sofrido

> um severo declínio, ainda não adequadamente avaliado, e podem estar em risco. (BENCKE et al., 2006, pág. 285).

Com relação à segunda região de alta relevância à conservação da avifauna marinha, cita-se:

> As ilhas [do litoral sul do Espírito Santo] abrigam as maiores colônias reprodutivas de [*Thalasseus acuflavidus*] conhecidas no Brasil e no Atlântico Sul, correspondendo a mais (...) um quarto da população estimada para a subespécie *S[terna] s[andvicensis] eurygnatha* (trinta-réis-de-bico-amarelo) [atualmente tratada como espécie plena, *Thalasseus acuflavidus*]. A localização das colônias está sujeita a certa variação a cada temporada reprodutiva, sendo as Ilhas Itatiaia e a Ilha Escalvada utilizadas com maior regularidade. Em determinados anos, pode haver reprodução simultânea em duas ou até três ilhas. A colônia reprodutiva de *Sterna hirundinacea* (trinta-réis-de-bico-vermelho) das ilhas, com 980 adultos contados em 1994, reúne perto de 1% da população global da espécie e marginalmente qualifica a área duplamente pelo critério A4ii, [presença de espécies congregantes que se estime abrigar, em uma base regular, ≥1% da população global de uma espécie]. A reprodução de *Puffinus lherminieri* (pardela-de-asa-larga) foi recentemente constatada no arquipélago das ilhas Itatiaia, sendo esta uma das duas áreas de nidificação da espécie conhecidas no Brasil. (BENCKE et al., 2006, pág. 286).

De fato, a peculiaridade biológica da região marinha ao longo da costa do Espírito Santo, devido à riqueza do arquipélago de Trindade e também das ilhas costeiras – juntamente com a importância do banco de Abrolhos –, fundamenta a classificação dessa grande região como uma área marinha ecologicamente ou biologicamente significante, nominada banco de Abrolhos e cadeia Vitória-Trindade (DUNN et al., 2014).

2.12 ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO

Consideram-se áreas para conservação marinhas, para fins de avaliação dos dados de linha-base, as Unidades de Conservação (UCs) e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCs) encontradas na parte marinha, que em geral protegem seus ecossistemas associados, como arquipélagos e recifes de corais, e buscam auxiliar o ordenamento das atividades pesqueiras.

2.12.1 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Para identificação dessas áreas sujeitas a potenciais danos decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, para o presente estudo considerou-se a área da pluma estimada do desastre elaborado pelo ICMBio (2017a), incluindo na análise toda a costa do estado do Espírito Santo com inserção da região do Parque Nacional Marinho de Abrolhos localizado no litoral sul do estado da Bahia.

2.12.2 METODOLOGIA

A caracterização das UCs baseou-se em informações consultadas nas bases de dados do mmA, do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA), Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA) e do ICMBio. Desses dados, obteve-se o objetivo de criação das UCs, o órgão responsável pela sua gestão, o uso permitido, o decreto de criação, a data de criação e uma descrição geral das UCs. Algumas unidades possuem informações escassas, indicando-se tais limitações no corpo do relatório.

O levantamento de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCs) foi realizado através da consulta de Brasil (2002 e 2007), sendo as figuras e mapas gerados com base na Portaria mmA nº 9, de 23 de janeiro de 2007, a 1ª atualização das APCs (BRASIL, 2007). Os resultados dessa atualização já foram sistematizados em banco de dados e no mapa do mmA com as novas áreas. As APCs foram resgatadas desse banco de dados. A caracterização das áreas é feita com base em uma descrição geral dessas APCs, bem como citadas algumas das suas respectivas ações prioritárias. Destaca-se que o Corredor Central da Mata Atlântica, apesar de sua área também incluir regiões costeiras e marinhas, foi abordado no volume específico dos ambientes terrestres.

2.12.3 RESULTADOS

2.12.3.1 Unidades de conservação

Detalhamentos quanto à definição e caracterização do conceito legal de UCs são detalhados no volume de Ambientes Terrestres do relatório linha-base. Orientamos o leitor interessado nessas definições a consultar a referida obra.

As esferas dos órgãos responsáveis pelas UCs podem ser federais, estaduais ou municipais. Sendo o órgão federal o ICMBio, os órgãos estaduais INEMA e o IEMA, e os órgãos municipais que variam de acordo com cada município.

Foram identificadas 5 UCs localizadas na região marinha da área de abrangência, sendo 2 de proteção integral e 3 de uso sustentável, conforme listagem apresentada na **Tabela 31**. Entre os tipos de UC das categorias de manejo de proteção integral e uso sustentável afetadas pelo desastre, destacam-se estas: Monumento Natural, Parque Estadual e Municipal, Reserva Biológica, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Área de Proteção Ambiental e Área de Relevante Interesse Ecológico.

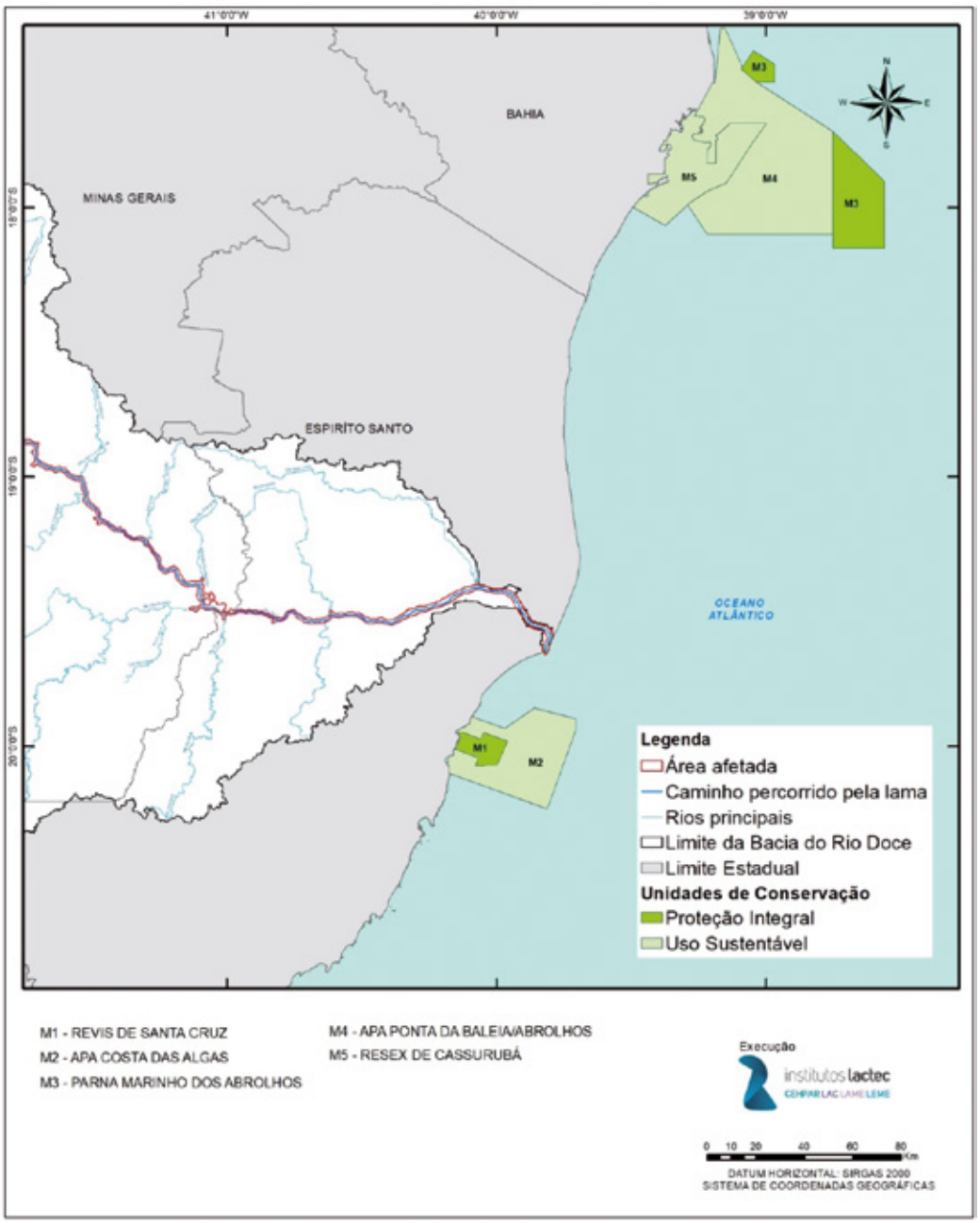
Tabela 31 – Unidades de conservação marinhas inseridas na área de abrangência do estudo.

Ordem	Unidade de Conservação	Categoria de Manejo	Tamanho (ha)
M1	Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz	**PI**	17.709,39
M2	Área de Proteção Ambiental Costa das Algas	**US**	114.803,20
M3	Parque Nacional Marinho de Abrolhos	**PI**	91.300,00
M4	Área de Proteção Ambiental Ponta da Baleia/ Abrolhos	**US**	34.600,00
M5	Reserva Extrativista de Cassurubá	**US**	100.767,56

Nota: PI = Proteção Integral. US = Uso Sustentável.

A **Figura 132** representa a localização das referidas UCs afetadas pelo desastre de acordo com a pluma de rejeitos elaborado ICMBio (2017a; parte 1).

Figura 132 – Unidades de conservação diagnosticadas na área de estudo.



A seguir, são apresentadas algumas informações encontradas a respeito dessas UCs relacionadas acima. Em linhas gerais, encontram-se descritos dados pertinentes a seus respectivos atos de criação, localização, objetivo de criação, instituição responsável pela sua gestão e também características importantes sobre sua biodiversidade e outras especificidades que envolvem a referida UC.

- **Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz**

  O Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz (Revis de Santa Cruz) é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal marinho costeiro. Foi criado com 17.709,39 hectares, pelo Decreto sem número, de 17 de junho de 2010, com o objetivo de proteger a diversidade biológica e os ambientes naturais (manguezais e vegetação costeira), principalmente os fundos colonizados por algas e outras comunidades bentônicas, bem como sua fauna associada,

as espécies residentes e migratórias que utilizam a área para alimentação, reprodução e abrigo e as formações sedimentares bioclásticas e litoclásticas, importantes para a estabilidade da orla marítima. Além disso, valorizar o uso turístico, recreacional da orla marítima através de ordenamento do seu uso e ocupação sustentável, contribuir para a recuperação dos recursos biológicos e para a sustentabilidade das atividades pesqueiras e extrativistas de subsistência e de pequena escala praticadas pelas comunidades costeiras da região da UC (BRASIL, 2010).

O ICMBio é a instância federal responsável pelo refúgio. Está localizado no município de Aracruz e no interior da APA Costa das Algas.

- **Área de Proteção Ambiental Costa das Algas**

  A APA Costa das Algas é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal marinho costeiro. Foi criada com 114.803,20 hectares, pelo Decreto sem número, de 17 de junho de 2010. O ICMBio é a instância federal responsável pela APA. Dentro da APA está inserido o Revis de Santa Cruz, ambos localizados nos municípios Aracruz, Fundão e Serra, no Espírito Santo (BRASIL, 2017).

- **Parque Nacional Marinho de Abrolhos**

  O Parque Nacional Marinho de Abrolhos é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal marinho-costeira. Foi criado com 91.300 hectares, com o objetivo de proteger a região com a maior biodiversidade marinha no Atlântico Sul, pelo Decreto nº 88.218, de 6 de abril de 1983. O ICMBio é a instância federal responsável pela UC (BRASIL, 2017).

  O parque possui dois polígonos: um que protege o arco de recifes costeiros localizados em frente ao município de Alcobaça na Bahia, e outro a 70 km da costa englobando o parcel de Abrolhos e o arquipélago de Abrolhos (ICMBio, 2017b).

  A sua zona de amortecimento estendia-se por uma grande região, abrangendo todo o banco de Abrolhos até a região de Regência, visando amortecer impactos de possíveis derramamentos de petróleo (MARCHIORO et al., 2005b). Entretanto, essa zona de amortecimento foi contestada na justiça e derrubada por uma liminar.

- **Área de Proteção Ambiental da Ponta da Baleia/Abrolhos**

  A APA da Ponta da Baleia/Abrolhos é do grupo de uso sustentável e foi criada pelo Decreto nº 2.218, de 14 de junho de 1993 (BRASIL, 2017). A importância da APA se deve ao fato de receber a visita anual das baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), espécie ameaçada de extinção, para a reprodução. E está localizada no extremo sul da Bahia, possui 34.600 hectares na faixa costeira dos municípios de Alcobaça e Caravelas, abrangendo também os recifes e bancos coralíneos (INEMA, 2017).

- **Reserva Extrativista de Cassurubá**

  A Reserva Extrativista de Cassurubá é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal marinho-costeira. Foi criada com 100.767,56 hectares, pelo Decreto sem número, de 5 de junho de 2009, com o objetivo de proteger os meios de vida e garantir a utilização e a conservação dos recursos naturais renováveis tradicionalmente utilizados pela população extrativista residente na área de sua abrangência (BRASIL, 2009b). O ICMBio é a instância municipal

responsável pela reserva (BRASIL, 2017). Ela está localizada nos municípios de Caravelas, Alcobaça e Nova Viçosa, no estado da Bahia.

2.12.3.2 Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade

Na classificação das APCs do mmA, publicada em 2002, o litoral do Espírito Santo aparece em diversos temas, em classificação de importância biológica que varia entre "insuficientemente conhecida", "alta", "muito alta" e "extrema" (BRASIL, 2002). Para banhados e áreas úmidas costeiras, o delta do rio Doce e os banhados de Linhares aparecem com importância biológica "muito alta". Os costões rochosos aparecem em sete locais, variando de importância biológica "extrema", incluindo as ilhas de Trindade e Martim Vaz, a dados "insuficientemente conhecidos" (BRASIL, 2002).

A região de recifes de corais entre Belmonte na Bahia e a foz do rio Doce, no Espírito Santo, aparece como áreas com recifes não mapeados, e as praias e dunas no litoral do Espírito Santo entre Aracruz e o limite com o estado do Rio de Janeiro constam como "insuficientemente conhecidos". Para restingas, são seis locais indicados, alguns com importância "extrema". Para a fauna, o litoral do Espírito Santo tem importância biológica classificada como "muito alta" para quelônios, "extrema" para mamíferos marinhos, incluindo o estuário do rio Doce, "extrema" para aves costeiras e marinhas, especialmente as ilhas de Trindade e Martim Vaz. Para elasmobrânquios, as ilhas de Trindade e Martim Vaz são de "extrema" importância biológica, e o restante do litoral do Espírito Santo tem dados insuficientes. Para os bentos, as ilhas de Trindade e Martim Vaz aparecem com dados insuficientes, e o plâncton com importância "extrema" (BRASIL, 2002). De modo geral, a importância biológica dos ecossistemas costeiros do litoral do Espírito Santo pode ser classificada como "muita alta" a "extremamente alta" (BRASIL, 2007).

Os dados mostram a grande importância biológica, ecológica e socioeconômica da região de estudo, e a carência de dados e informações sobre diversos ecossistemas. Com base no banco de dados do mmA (BRASIL, 2007), foram identificadas 32 (trinta e duas) APCs costeiras e marinhas dentro da área de estudo proposta na metodologia deste relatório. A seguir, segue a descrição das informações sobre cada uma das áreas diagnosticadas.

- **Área de Proteção Ambiental Ponta de Baleia/Abrolhos**

  Esta APCB possui importância biológica e prioridade de ação extremamente alta, quais devem ser desenvolvidas para auxiliar o ordenamento pesqueiro e implementação da zona de amortecimento de Abrolhos. Entre as características, têm-se a presença de recifes coralinos e a presença da baleia jubarte, quais são tratadas como oportunidade para a prática de ecoturismo de observação de baleias e mergulho. As principais ameaças para essa área são a exploração potencial de hidrocarbonetos, pesca predatória e presença de recursos sobre-explorados, pesca ilegal, pesca desordenada, turismo sem estrutura, expansão da carcinicultura, mau uso da terra, exploração mineral e tráfego naval.

- **Área de Proteção Ambiental de Setiba**

  Ocorrem nove diferentes formações de restinga com vegetação arbórea nas ilhas, existência de remanescentes vegetacionais; encontra-se sob alta influência antrópica e loteamentos irregulares na área urbana. O arquipélago de Três ilhas é o maior do ES, e por esse conjunto

de características é considerado de importância extremamente alta e prioridade muito alta. Oportuniza-se o ordenamento territorial da região, cujo conselho gestor da unidade é instituído por lei e tem caráter deliberativo, plano de manejo em elaboração, turismo, proximidade com polos turísticos, como Guarapari e Vila Velha. Citam-se como ameaças principais a presença de espécies invasoras nas ilhas, mineração de areia, extração de espécies nativas e especulação imobiliária.

- **Águas ultraprofundas do Rio de Janeiro**

  Esta área é considerada como insuficientemente conhecida e prioridade alta para o desenvolvimento de ações que visem ao ordenamento pesqueiro. Entre as características dessa área, tem-se a ocorrência de cetáceos, sendo a sua comunidade bentônica insuficientemente conhecida. Como ameaças, são relatadas a captura incidental de quelônios, aves, tubarões e pequenos cetáceos e risco de acidentes de derrame de óleo.

- **Área Costeira entre Vila Velha e Marataízes**

  Ao longo desta grande região há predomínio de areias fluviais. Ocorrência de bancos de algas calcárias verdadeiras onde ocorrem espécies endêmicas de laminarias, principalmente entre Piúma e Marataízes. Considerada de importância e prioridade alta. No âmbito das oportunidades fornecidas pela área, destaca-se o aproveitamento de estudos científicos prévios e geração de conhecimento a partir das atividades de exploração e petróleo (E&P). Nesse quesito, sugere-se a parceria com empresas na realização de estudos e projetos ambientais, assim como de turismo ordenado (p.ex. mergulho). A conservação dessa região inclui, como ações sugeridas de esforço, a prevenção de introdução de espécies exóticas invasoras, especialmente pelo transporte de plataformas de petróleo, embarcações e por descarte de água de lastro, assim como o ordenamento pesqueiro. As principais ameaças elencadas à região constituem impactos decorrentes de atividades de E&P e potencial impacto de acidentes; a captura incidental de pequenos cetáceos e quelônios; poluição de origem costeira; e descarte de água de lastro.

- **Banco de Abrolhos**

  Esta área possui importância biológica e prioridade de ação extremamente alta, sendo necessário o desenvolvimento de ações que visem ao ordenamento pesqueiro, a implementação da zona de amortecimento do Parque Nacional Marinho de Abrolhos, ampliação das UCs para garantir a proteção da biodiversidade total do banco, reduzir a captura acidental de mamíferos e quelônios marinhos. Como as principais características, é destacada como área recifal de maior importância no Atlântico Sul e a principal área de concentração e reprodução de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*), além de ser a área mais piscosa da Bahia. Como oportunidade, tem-se o ecoturismo de observação de baleias e mergulho. Entre as ameaças, têm-se a exploração potencial de hidrocarbonetos, pesca desordenada, sobrepesca, pesca predatória (incluindo a pesca de arrasto e uso de compressores), turismo desordenado, expansão da carcinicultura, mau uso da terra, exploração mineral e tráfego naval.

- **Base do Talude de Abrolhos**

  Esta APC é considerada como de importância biológica e prioridade de ação muito alta, onde são citados o desenvolvimento de mapeamento de fundo nos aspectos geomorfológicos e biológicos e redução da captura acidental de animais pelágicos como ações prioritárias recomendadas para essa região. Como ameaça nessa área, são elencadas a pesca ilegal de grandes animais pelágicos, exploração de hidrocarbonetos na área norte ao banco do Royal Charlote, fora da zona de amortecimento do Parque Nacional Marinho de Abrolhos.

- **Cadeia Vitória-Trindade**

  Esta APC possui importância biológica e prioridade de ação extremamente alta, qual devem ser realizadas para auxiliar o ordenamento pesqueiro. Como características relevantes, têm-se o banco de Vitória ao banco Davis e talude adjacente até 3.500 m de profundidade, além de ser considerada área de alimentação de tartaruga marinha. Como ameaças, foram destacadas a pesca industrial, a pesca de linheiros desordenada e a pesca de peixes pelágicos.

- **Reserva Extrativista de Cassurubá**

  Área de importância muito alta e prioridade extremamente alta de conservação. Sugere-se a realização de estudos antropológicos dos quilombolas residentes. A Reserva Extrativista de Cassurubá (Resex Cassurubá) é um aspecto fundamental que compõe a área, além de manguezal de extrema importância biológica que se encontra fora dos limites da Resex, devido à concessão da área à Petrobras e Petrogal; além de grandes porções de restinga. Oportuniza-se parcerias de conservação com a sociedade civil organizada, assim como o desenvolvimento do potencial turístico, atendimento de demandas locais para conservação e educação ambiental, e complementações com UC existente (RPPN). As ameaças principais advêm da urbanização, exploração de óleo e gás nas áreas de mangue, carcinicultura (COOPEX), assoreamento, monoculturas, dragagem do canal de Caravelas e a extração vegetal, especialmente bromélias.

- **Complexo recifal de Abrolhos**

  Esta APC possui importância biológica e prioridade de ação extremamente alta, qual deve ser realizada para auxiliar o ordenamento pesqueiro e turístico, além de manter a área exclusiva de óleo e gás na nova zona de amortecimento do Parque Nacional Marinho de Abrolhos. Como característica principal dessa área, considera-se a maior área de recifes coralinos do Atlântico Sul e elevada biodiversidade bentônica e de peixes, além da elevada concentração e parto de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*). Como ameaças, têm-se a fiscalização deficiente, pesca de linheiros desordenada, pesca de rede de emalhe (caçoeira para lagosta), pesca com compressor, pesca com explosivos; pesca de camarão.

- **Corredor Vitória-Trindade-Minerva-Alte. Saldanha**

  Esta área é considerada insuficientemente conhecida, porém com prioridade de ação muito alta, onde como ação prioritária está o desenvolvimento dos mapeamentos dos recifes profundos e estudo da dinâmica de dispersão larval de bentos e peixes. Entre as suas principais

características, estão os ambientes pelágicos, que são importantes para a dispersão larval dos bentos e peixes dos montes, além da ocorrência de cachalotes (*Physeter macrocephalus*). Como ameaças, estão descritas a pesca predatória, descarga de materiais poluentes a partir de rotas de navegação e potencial impacto de atividades que envolvem a exploração petrolífera.

- **Faixa Costeira do Banco de Abrolhos**

  Caracteriza-se pela presença de lamas e areias fluviais, ambientes dos mais relevantes à biota marinha e terrestre. É a segunda área mais importante de desova da tartaruga marinha *Caretta caretta* na costa brasileira, além de ser a única área de desova de *Dermochelys coriacea* conhecida no Atlântico Sul Ocidental. Área de distribuição de espécies residentes de cetáceos, entre eles, a ameaçada *Pontoporia blainvillei*, sendo por isso considerada de importância e prioridade extremamente alta para conservação.

- **Ilhas Piúma/Francês**

  Área de importância e prioridade extremamente alta, onde se sugere a realização de ordenamento pesqueiro.

- **Parque Nacional Marinho de Abrolhos**

  É uma APC de importância biológica e prioridade de ação extremamente alta. Como oportunidades, é relatado em mmA (BRASIL, 2007) o ecoturismo (observação de baleias e mergulho), sendo área focal da porção marinha do Corredor Central da Mata Atlântica. Como ameaças, foram citadas o potencial de hidrocarbonetos, pesca ilegal, turismo sem estrutura, expansão da carcinicultura, mau uso da terra, exploração mineral, tráfego naval, potencial aumento da sedimentação, efluentes poluidores.

- **Planície Oceânica**

  Esta área é tida como insuficientemente conhecida, tendo por prioridade alta o desenvolvimento de ações que visem à redução da captura acidental de quelônios, aves e tubarões.

- **Plataforma Externa Capixaba Sul**

  Esta área é considerada como de importância biológica muito alta e prioridade de ação extremamente alta, tendo a indicação da criação de duas novas UCs para auxiliar o ordenamento pesqueiro. Entre as características dessa região, têm-se a presença de extensa cobertura de algas calcárias, pesca da lagosta, ocorrência de boto-cinza (*Sotalia guianensis*), golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), rota de passagem da baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*). Para essa região, são descritas como ameaças a exploração de algas calcárias, pesca desordenada, pesca de arrasto, pesca predatória, pesca de lagosta com rede e impactos associados, poluição costeira, potencial introdução de espécies invasoras devido à existência de 4 (quatro) portos na região.

- **Plataforma externa norte-fluminense**

  Área de importância extremamente alta e prioridade muito alta para conservação. Predominam areias fluviais e há ocorrência de bancos de algas calcárias verdadeiras. Em virtude da proximidade geográfica, as oportunidades, ameaças e ações sugeridas para essa área são idênticas às da área costeira entre Vila Velha e Marataízes.

- **Proposta de unidade de conservação de uso sustentável da foz do rio Doce**

  Esta área localiza-se no estuário da foz do rio Doce onde há presença de populações tradicionais, tem a ocorrência de aninga, apicum e grande estoque de robalo, além de ser considerado como o principal sítio de desova da tartaruga marinha (*Dermochelys coriacea*). Entre as ameaças elencadas, destacam-se a ocupação urbana, pesca predatória, petróleo, desmatamento e poluição. Devido a essas características, é considerada uma área de importância biológica e prioridade de ação extremamente alta. A principal ação recomendada a ser desenvolvida nessa região é a criação de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável em áreas da União para auxiliar o ordenamento pesqueiro e reduzir a captura acidental de tartarugas marinhas e pequenos cetáceos.

- **Resex de Cassurubá**

  Consolidou-se como UC, cuja caracterização encontra-se descrita na respectiva seção. Enquanto APC, apresenta importância e prioridade extremamente alta de conservação, sendo o ordenamento pesqueiro a principal ação recomendada na área. Ademais, consta como potencial local para desenvolvimento de atividades de ecoturismo, na proteção ao Parque Nacional Marinho de Abrolhos devido à sua localização como área de amortecimento àquela UC, assim como na composição de um mosaico de UCs da região; é área focal da porção marinha do Corredor Central da Mata Atlântica e ainda se prevê a possibilidade de prospecções farmacológicas. As principais ameaças citam-se a expansão da carcinicultura, a exploração potencial de hidrocarbonetos (petróleo), a pesca predatória e a presença de recursos já sobre-explorados; a pesca ilegal e desordenada, mau uso da terra, desmatamento, exploração mineral e o potencial aumento da sedimentação.

- **Revis de Santa Cruz/APA Costa das Algas (prop.)**

  Área de importância e prioridade extremamente alta, cujas ações sugeridas são a implementação de projetos de pesquisa e monitoramento da biota e o ordenamento pesqueiro. Trata-se de uma área com remanescentes de restinga, praias de sedimentos bioclásticos, fundos de algas calcárias com ocorrência de laminarias. Ocorre um mosaico de tipos de fundos marinhos compostos de sedimentos bioclásticos, litoclásticos e crostas lateríticas (lateritos costeiros). A área pode oportunizar a presença de unidades da UFES, instituições de pesquisa (Instituto Orca, Estação de Biologia Marinha Ruschi, entre outras) e ensino superior. Turismo ecológico e de convenção, compensação ambiental. As principais ameaças são a erosão de praias, coleta predatória de algas calcárias arribadas e de espécies ornamentais para aquariofilia, a supressão da vegetação nativa, edificação e ocupação imobiliária sobre faixa de intermarés e laterito, e na faixa de restinga.

- **Região oceânica sob influência do vórtice de Vitória**

  Esta área é considerada de importância biológica e prioridade de ação alta, tendo por características a ocorrência do vórtice de Vitória com potencial efeito sobre dispersão larval, e a ocorrência e rota migratória da pesca de atuns e afins. Entre as ameaças, têm-se os impactos decorrentes de atividades de exploração de petróleo, produção e escoamento e a pesca desordenada (especialmente de atuns).

- **Talude do banco de Abrolhos/Royal Charlotte**

  A região conta com a presença de corais formadores de recifes de profundidade, além de ser corredor de dispersão de peixes recifais, possibilitando conectividade entre áreas. Conhece-se a ocorrência de espécies de serranídeos e lutjanídeos importantes, juntamente com grandes peixes pelágicos. Ocorrem ainda agregações reprodutivas de peixes recifais. Em virtude dessas características, é considerada como de importância e prioridade de conservação extremamente alta. Sugere-se, enquanto ação prioritária, esforços para redução de captura acidental da fauna marinha. As ameaças mais relevantes na região são a descarga de poluentes pelas rotas de navegação; a ameaça potencial de pesca desordenada, assim como a captura acidental de tartarugas e aves e o descarte de tubarões (*finning*). Como oportunidades fornecidas pela área, incluem-se a inclusão na zona de amortecimento de Abrolhos, perspectivas de pesca sustentável e prospecção farmacológica.

- **Talude continental**

  Esta área possui importância biológica muito alta e prioridade de ação extremamente alta. Entre ações a serem desenvolvidas na região, destacam-se a proposição de áreas exclusivas de pesca (especialmente de arrasto) em áreas de ocorrência conhecida de recifes profundos, o ordenamento pesqueiro e o monitoramento de áreas de interface da ocorrência de recifes profundos com quaisquer atividades de exploração de recursos que sejam potencialmente impactantes a esses ambientes. Como características, possuem ocorrência comprovada de espécies formadoras dos recifes profundos. Como ameaças, *são relatados os impactos decorrentes de atividades de exploração de petróleo, bem como sua produção e escoamento; potencial impacto de acidentes relacionados a e*sse setor; pesca desordenada de variadas espécies de peixes marinhos, e também as plataformas são consideradas como vetor de introdução de espécies invasoras.

- **Talude do banco de Abrolhos**

  Esta área possui importância biológica alta e prioridade de ação muito alta, tendo por característica principal o talude leste do banco de Abrolhos, a planície abissal adjacente até a isóbata de 3.500 m (insuficiente conhecido), ocorrência de possíveis processos ciclônicos especiais que resultam do encontro da corrente do Brasil com o banco de Abrolhos. Como principal ameaça descrita, destaca-se a descarga de materiais poluentes a partir de rotas de navegação.

- **Zona de amortecimento do Parque de Itaúnas/área marinha**

  Área de importância e prioridade muito alta, sugere-se o ordenamento da pesca como principal ação a ser realizada. Trata-se da zona de amortecimento do Parque de Itaúnas, e é área de desova de tartaruga marinha, além da presença de baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*). É, ainda, área marinha contígua à APA de Conceição da Barra. A proximidade ao setor de exploração de petróleo, o conflito entre pesca industrial e artesanal, além do projeto de exploração de sal gema, são as principais ameaças. Enquanto oportunidades, destaca-se a existência do Parque de Itaúnas e a presença do Projeto TAMAR como potencializadoras da conservação, podendo-se apoiar atividades de ecoturismo e atrativos culturais folclóricos.

- **Tartaruga marinha**

  Área de desova de tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e ocorrência de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e toninha (*Pontoparia blaenvillei*), associada à foz do rio Paraíba e plataforma continental interna. De importância muito alta e prioridade alta para conservação. Sugerem-se ações de implantação de programas de monitoramento e controle de *Caretta caretta*. As ameaças giram em torno da expansão imobiliária, ocupação humana, industrial, turística, viária e pela iluminação artificial. Ocorre ainda a captura acidental de quelônios e pequenos cetáceos, além de danos associados ao tráfego de embarcações, degradação e poluição ambiental.

- **Área costeira de Monsaraes à Ponta dos Lençóis**

  Esta APC possui importância biológica extremamente alta e prioridade de ação muito alta, onde o ordenamento pesqueiro e a ocupação da orla são tidos como ações recomendadas a serem desenvolvidas como prioridade.

- **Área costeira entre Serra e Vitória**

  Área de importância e prioridade alta, onde se sugere a realização de ordenamento pesqueiro, instalação de saneamento básico e potencial para ser contemplado no Plano Nacional de Áreas Protegidas.

- **Área costeira entre Vila Velha e Itapemirim**

  Área de importância e prioridade alta, onde se sugere a realização de ordenamento pesqueiro.

- **Área marinha contígua à foz do rio Doce**

  Esta área possui como principais características a ocorrência de pequenos cetáceos como a toninha (*Pontoporia blainvillei*) e o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), além de ser considerada como segundo local de maior importância para desova de tartarugas marinhas. Como principal ameaça às espécies marinhas, encontra-se relatado, em mmA (BRASIL, 2007), a captura acidental de cetáceos e tartarugas. Devido a essas características, essa área é considerada como de importância biológica extremamente alta e prioridade de ação alta. As ações a serem desenvolvidas devem visar ao ordenamento pesqueiro e também à diminuição das capturas acidentais de espécies marinhas de interesse conservacionista.

- **Área marinha das ilhas de Guarapari/ES**

  Sítio reprodutivo de aves marinhas migratórias junto com as ilhas de Vila Velha e Marataízes, constitui o mais importante sítio reprodutivo de *Thalasseus acuflavidus* do Atlântico Sul. Considerada de importância extremamente alta e prioridade muito alta para conservação. Como oportunidades da área, consta o desenvolvimento do projeto Andorinhas do Mar, pela Avidepa em parceria com o Ibama, além da proposição de criação de unidade de conservação homônima. As principais ameaças à área são associadas ao aumento da pressão antrópica pelo crescimento urbano, pesca predatória e coleta de animais marinhos.

- **Área marinha das ilhas de Marataízes/ES**

  Sítio reprodutivo de aves marinhas migratórias junto com as ilhas de Vila Velha e Marataízes, constitui o mais importante sítio reprodutivo de *Thalasseus acuflavidus* do Atlântico Sul. Considerada de importância extremamente alta e prioridade muito alta para conservação.

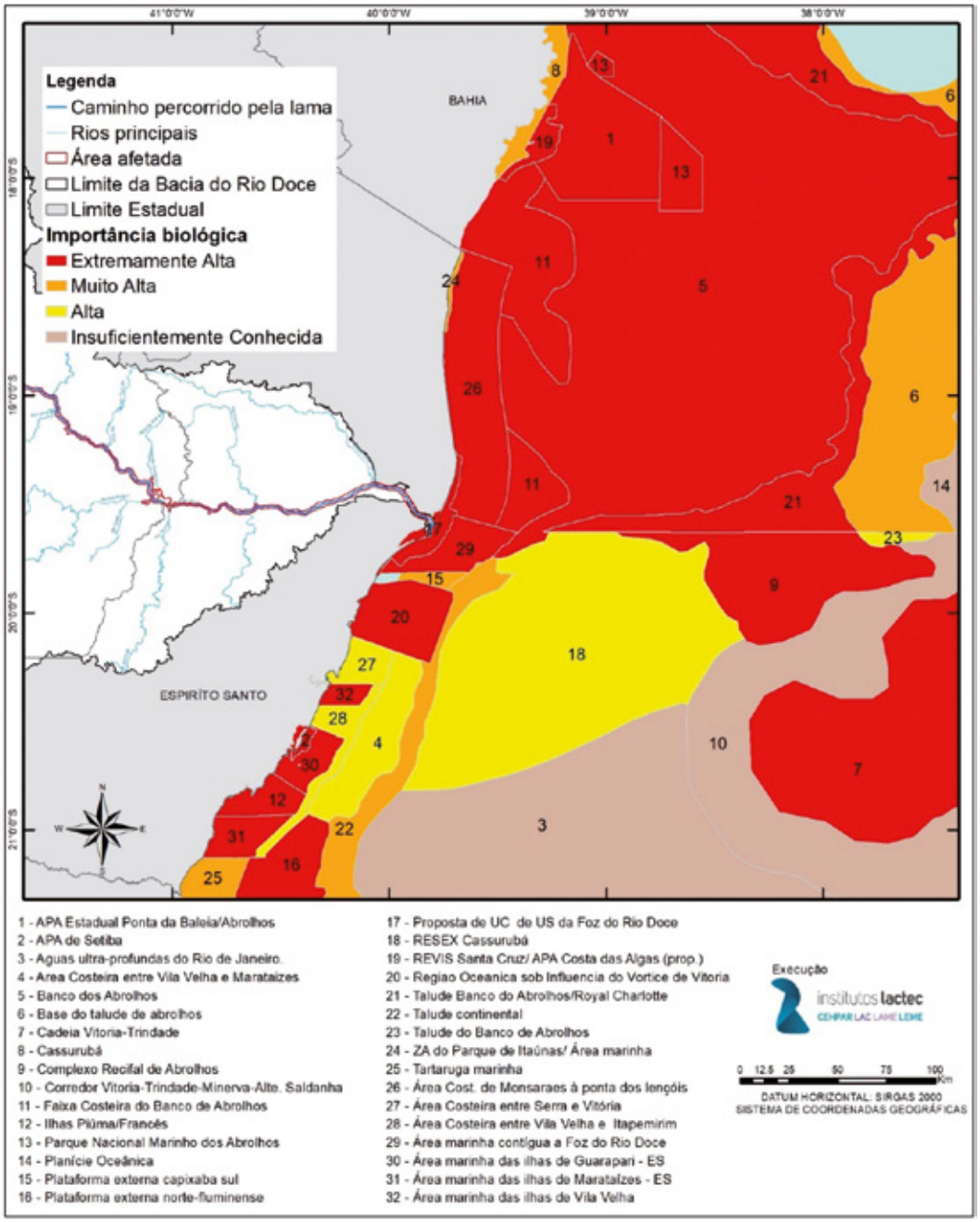
Como oportunidades da área, consta o desenvolvimento do projeto Andorinhas do Mar, pela Avidepa em parceria com o Ibama, além da proposição de criação de unidade de conservação homônima. As principais ameaças à área são associadas ao aumento da pressão antrópica pelo crescimento urbano, pesca predatória e coleta de animais marinhos.

- **Área marinha das ilhas de Vila Velha**

  Área de extremamente alta importância e muito alta prioridade de conservação. Trata-se de sítio reprodutivo importante de aves marinhas migratórias, onde ocorreu o primeiro registro de pardela-de-asa-larga (*Puffinus lherminieri*) no Brasil, especificamente nas ilhas Itatiaia. Juntamente com as ilhas de Guarapari e Marataízes, constituem o mais importante sítio reprodutivo de *Thalasseus acuflavidus*. Similarmente a essas áreas, as pressões principais são o aumento da pressão antrópica sobre as ilhas pelo crescimento urbano, a pesca predatória e a coleta de animais marinhos. Também semelhante às referidas ilhas, as oportunidades à conservação são compartilhadas, pelo projeto Andorinhas do Mar.

Na Figura **133** podem ser visualizadas as APCs das zonas costeira e marinha diagnosticadas na área de abrangência deste estudo.

Figura 133 – Áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nas zonas costeira e marinha na área de abrangência deste estudo.



2.13 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

A descarga dos rios do Espírito Santos ressalta que o rio Doce é um dos maiores contribuintes de água e, muito provavelmente, de sedimentos ao mar.

As características de flutuações de nível, vento, vazões, temperatura, salinidade e ondas possuem sazonalidade com características distintas nos períodos de inverno/verão que coincidem com o período seco/chuvoso. Sendo assim, essas classificações são intercambiáveis. No inverno, as vazões são menores, assim como a temperatura.

A análise da turbidez na área de estudo por meio de satélite (MODIS) mostrou que a foz do rio Doce já apresentava altos valores de turbidez antes do desastre. Além disso, a região da UC de Cassurubá é o segundo local com os maiores valores. Alguns picos de turbidez com baixa intensidade apareceram na região de Abrolhos para os percentis 95 e 99, o que denota que mesmo antes do desastre existiam fenômenos que aumentavam a turbidez na região.

Quanto à qualidade da água marinha na costa do Espírito Santo, o conjunto de informações levantadas representa uma fonte de referência comparativa para trabalhos futuros que visem avaliar a influência do aporte da lama de rejeito através do rio Doce na qualidade da água marinha daquela região. Entre as principais características levantadas para a área de estudo, pode ser citado: as massas de água que ocorrem no Espírito Santo são: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Águas Costeiras (ACs) e Água de Mistura (AM); grande parte das amostras desse levantamento apresentou resultados classificados como águas salinas; nos resultados de oxigênio dissolvido da foz do rio Doce, verificou-se a ocorrência de águas das Classes 1, 2 e 3, do CONAMA, tanto no período chuvoso quanto no período seco, com valores predominantemente superiores a 6 mg/L, atingindo máximo de 9,99 e mínimo de 4,81 mg/L; para o fósforo dissolvido, a porção marinha relativa ao rio Doce apresentou concentrações predominantemente não detectáveis, com a concentração máxima de 0,1 mg/L para o período seco; já o fósforo total teve a concentração máxima de 0,4 mg/L no período seco; as concentrações de metais na última estação antes da foz do rio Doce variaram em concentração e por período (seco ou chuvoso). Relação direta dos processos de carreamento pela chuva, sedimentação e diluição, e decorrentes dos aportes de substâncias continentais naturais e de atividades antropogênicas; no ambiente marinho, as concentrações de metais se mostraram em geral baixas, resultante da precipitação dos metais quando com a água salgada bem como a efeitos de diluição e sedimentação dos sólidos que podem ter metais adsorvidos.

Para o banco de Abrolhos, as águas observadas na plataforma são o resultado da mistura de três massas de água: AT, quente e salina, transportada para sul em camadas superficiais da Corrente do Brasil (CB), ACA, fria e de menor salinidade, a qual se posiciona abaixo da AT no talude continental, e a AC, caracterizada por baixa salinidade e alta temperatura, presente no interior da plataforma próximo à superfície (CASTRO; MIRANDA, 1998). Os dados de pH encontrados para a região de Abrolhos apresentaram valores esperados para as águas da região, tanto no período seco quanto no período chuvoso, variando entre 7,5 e 8,4, estando dentro da faixa esperada visto que o pH da água do mar tipicamente se limita à faixa entre 7,5 e 8,4 (REZENDE et al., 2006).

As concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SSTs) verificados nos estudos do ambiente marinho da região de Abrolhos variaram desde 40 mg/L a 50 mg/L no período seco, e entre 55 e

160 mg/L no período chuvoso. Quanto ao material particulado em suspensão, vale ressaltar que estudos realizados por Leão (1982), Leão e Ginsburg (1997) e Leão et al. (2006) mostraram que o material particulado em suspensão que vem a se depositar na região dos recifes de Abrolhos é constituído por, aproximadamente, 70% de duas principais fontes: sedimento de aporte dos rios continentais que são transportados pela correntes marítimas e sedimento retrabalhado através da erosão dos afloramentos de recife. Ainda, Dutra et al. (2006) mostraram que a deposição de sedimentos mais finos é mais alta nos recifes mais próximos à costa, que pode indicar uma maior influência do aporte continental nos recifes mais próximos à costa.

Quanto às concentrações de metais, que além da turbidez e da série de sólidos, são os parâmetros mais diretamente relacionados ao rejeito extravasado, vale ressaltar que, no intuito de analisar o desenvolvimento e estado de qualidade dos corais, a maior parte dos estudos opta por avaliar parâmetros dos próprios corais, como cobertura bêntica, diversidade microbiológica, riqueza de espécies ou parâmetros relacionados com os sedimentos depositados, tanto qualitativos quanto quantitativos. Quando realizada a avaliação da qualidade da água nos estudos, os principais parâmetros estudados são temperatura, salinidade e nutrientes. Os estudos que abordam metais abordaram no compartimento dos sedimentos (GAMA, 2017; NETTO, 2008). Dessa maneira, não foram encontrados dados de metais dissolvidos, metais totais ou metais no material particulado em suspensão na região de Abrolhos.

Vale ressaltar que a variabilidade espacial e temporal das amostras avaliadas em todos os ambientais é limitante para definições mais assertivas quanto ao comportamento natural da qualidade das águas estuarinas e marinhas próximas à foz do rio Doce, principalmente ao se estabelecer padrões de qualidade ou valores de concentrações de alguns parâmetros para comparação com os dados pós-desastre. Dessa maneira, ao comparar os resultados pós-desastre com os dados levantados na linha-base, essas limitações devem ser levadas em conta, sendo que as concentrações aqui levantadas não devem ser utilizadas como o único critério para avaliação das alterações causadas pelo desastre.

Quanto aos sedimentos da zona costeira, o arsênio foi o elemento que mais se destacou, sendo quantificado em concentrações acima do Nível 1 na maioria das amostras coletadas nos diferentes estudos analisados. Outros elementos analisados apresentaram concentrações acima do Nível 1 em algumas poucas amostras pontuais. A composição granulométrica da região costeira estuarina é formada por areia grossa e muito grossa, de origem litoclástica e também é formada por lama. Na região de Abrolhos, os resultados para metais indicam que, de uma maneira geral, no que tange aos metais pesados encontrados ao longo das colunas testemunhadas, os valores médios encontram-se dentro do estabelecido entre o nível de referência e o nível de alerta, estabelecidos de acordo com a Resolução CONAMA nº 454/2012.

O ambiente marinho do Espírito Santo, anteriormente ao desastre, abrigava elevada biodiversidade e produtividade, com destaque para a formação dos bancos submarinos da cadeia Vitória-Trindade, e banco de Abrolhos. Nessa região, há elevada produtividade e biodiversidade, com a presença do maior e mais diverso ecossistema de recifes de coral e maior sítio de reprodução das baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) do Atlântico Sul. A região litorânea do estado é de grande importância para diferentes espécies de tartarugas, golfinhos, peixes, aves marinhas e invertebrados,

com elevada diversidade, ocorrência de endemismos e de espécies ameaçadas de extinção (DUTRA et al. 2006; BRASIL, 2007; IA-RBMA, 2014).

A biota encontrada no ambiente aquático reflete as condições do meio onde estão inseridas, além das próprias interações ecológicas existentes, como a predação, a competição, entre outras.

Os organismos que vivem na coluna d'água, desde sua composição, distribuição e condição de saúde, estão diretamente relacionados à qualidade da água e às variações nos parâmetros físico-químicos, que influenciam esses organismos de diferentes formas. Muitos desses organismos são indicadores ambientais, como o plâncton na qualidade da água, e os macroinvertebrados bentônicos nos sedimentos.

Os fitoplânctons, como organismos produtores primários, são parte da base da cadeia trófica e alterações nesses organismos afetam diretamente seus consumidores e, por consequência, toda a rede alimentar associada. A diversidade e densidade do fitoplâncton de áreas estuarinas e marinhas próximas à desembocadura do rio Doce, bem como do estado do Espírito Santo, são pouco conhecidas. A maior parte das pesquisas desenvolvidas com esses organismos apresenta enfoque ecológico e poucas apresentam a relação das espécies encontradas. Já o zooplâncton do ambiente marinho do litoral do Espírito Santo foi dominado por Copepoda, o que mostra padrão característico da área marinha, onde os crustáceos são dominantes, especialmente esse grupo. Entre os copépodes, as espécies em destaque na área de estudo foram representantes de *Paracalanus*, *Temora* e *Acartia* e com alta abundância geralmente nos meses de maior temperatura. A comunidade zooplanctônica foi composta por fauna indicativa de águas oligotróficas da Corrente do Brasil, mas também com representantes de águas frias e ricas em nutrientes indicando eventos de ressurgências. O zooplâncton da região de Abrolhos apontou uma comunidade marinha dependente das condições hidrológicas afetadas pelas distintas massas d'água que circulam no local de estudo, associadas ainda à morfologia do fundo oceânico. A comunidade zooplanctônica foi dominada por representantes de Copepoda Calanoida, e a densidade faunística foi representativa na área sobre o banco de Abrolhos com declínio em direção à porção marinha externa ao banco, local de maior profundidade. A presença do banco contribui com o estoque de larvas meroplanctônicas de invertebrados bentônicos, fazendo, ainda, com que larvas de braquiúras, por exemplo, ocorram em águas oceânicas da região. No entanto, os poucos trabalhos encontrados sobre o zooplâncton na área do banco de Abrolhos representam uma lacuna no conhecimento sobre a comunidade e os seus padrões ao longo do tempo. Isso dificulta o estabelecimento de uma linha-base contundente na caracterização dos aspectos ecológicos da base da cadeia trófica que, quando comparada com dados após desastre, possa nortear o diagnóstico e as medidas de mitigação e proteção. Portanto, essas comparações deverão ser realizadas com cautela, levando em conta tais lacunas e as características dos dados que compõem a linha-base.

Passando para o ambiente de fundo, a comunidade de macroalgas bentônicas marinhas foi amplamente estudada, especialmente no banco de Abrolhos, o qual constitui o maior complexo coralíneo do Atlântico Sul (BRASIL, 2009a) e o maior banco de rodolitos do mundo (IBP, 2014). O estado do Espírito Santo é considerado umas das regiões mais ricas em composição e abundância de macroalgas, inclusive abrigando uma espécie endêmica de feófita, *Laminaria abyssalis.*

Considerando agora a fauna associada ao fundo, a caracterização dos macroinvertebrados tem sido levantada e descrita basicamente por meio de relatórios técnicos. Vários programas ambientais têm sido desenvolvidos junto ao processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos, tais como gasodutos e estaleiros instalados na costa do estado. A composição da fauna bêntica de fundos inconsolidados da zona costeira varia de acordo com a energia local. Na foz do rio Doce, a fauna bêntica apresenta baixa diversidade, sendo dominada por espécies de substrato inconsolidado, resistentes aos altos níveis de sedimentação provocados pela descarga do rio. Já na região da Barra do Riacho foram registrados 249 *taxa* com predominância de poliquetos, moluscos e cnidários. Na região da Grande Vitória, a comunidade bêntica é representada por Annelida (Polychaeta), Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Sipuncula, Nematoda, Cnidaria, Pycnogonida, Porífera, Bryozoa e Nemertinea. Entre estes, Polychaeta, Sipuncula, Crustacea e Mollusca são os mais abundantes.

A fauna bêntica de ambientes mais profundos foi bem estudada por meio de coletas realizadas no Programa ReviZEE. Os dados obtidos da região sudeste revelaram que a região possui uma fauna bêntica muito rica, principalmente nas áreas compreendidas pelos bancos de Abrolhos, Cadeia Vitória-Trindade, Banco Almirante Saldanha e nas regiões próximas a Salvador/BA e ao Cabo de São Tomé/RJ. Foram encontrados 31 grupos de organismos da macrofauna, com cerca de 1/3 ocorrendo em mais de 70% das estações.

Cerca de 35.000 indivíduos foram identificados pertencentes à macrofauna bêntica e distribuídos em 31 grupos (de Filos a Ordens). Por meio dos resultados dos grupos mais abundantes foi realizada a caracterização para a região. Na costa do Espírito Santo, Sipuncula, crustáceos peracáridos (Isopoda, Tanaidacea e Amphipoda) e Polychaeta foram mais abundantes (incluindo a Cadeia Vitória-Trindade). Os grupos Anthozoa, Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Ophiuroidea, Decapoda, Sipuncula e Calcarea foram os que mais contribuíram com biomassa no estado.

De maneira geral, os resultados obtidos neste estudo para ambiente marinho do pós-desastre poderão ser comparados com os estudos realizados anteriormente, já que a fauna bêntica estudada mostrou-se bem diversa com representantes identificados em praticamente todos os Filos de invertebrados marinhos.

Seguindo na fauna dos ambientes marinhos, para os estudos da ictiofauna, as análises foram realizadas considerando três porções: zona de arrebentação, região marinha adjacente e recifes coralinos.

As zonas de arrebentação estão localizadas próximas às praias onde ocorre a quebra das ondas. Poucas espécies conseguem habitar esse local, pois há muita turbulência e modificações constantes ocasionada pelas ondas. A ação contínua das ondas revolve o substrato e disponibiliza nutrientes para fauna intersticial e macrofauna, esse fato proporciona ambiente favorável para espécies de peixes, como sardinhas e manjubas (planctófagos). A maioria das espécies encontradas nesse local é migrante sazonal ou esporádica, poucas são as espécies residentes desses locais (McLACHLAN, 1983).

A composição da ictiofauna na região marinha adjacente é formada por espécies das famílias Atherinidae, Carangidae, Clupeidae, Engraulidae e Sciaenidae. A maior abundância de espécies é encontrada nas áreas mais rasas, sendo encontradas espécies pelágicas, demersais e bentônicas (YAMAGUTI et al., 1994). Nesses locais, há áreas de reprodução, além de serem locais onde os juvenis se abrigam em busca alimento ou outras condições que favoreçam o desenvolvimento.

Nos recifes há um grande endemismo de espécies. Por apresentar uma pequena área recifal, quando comparado com o restante das zonas costeiras do Atlântico e do mundo, e abrigar um grande número de espécies endêmicas, os recifes brasileiros possuem grande prioridade para a realização de estudos e programas para conservação (MOURA, 2000). Nesse ambiente, é possível a ocorrência de pelo menos 550 espécies de peixes recifais para a costa brasileira e 266 para o Banco do Abrolhos (MOURA; FRANCINI-FILHO, 2005), que se estendem desde a interface areia/rocha e o substrato consolidado propriamente dito, até a coluna d'água acima deste. Na interface areia/rocha são comumente observados representantes de *Synodus synodus* (peixe-lagarto). Já nas paredes verticais do recife são particularmente comuns as espécies *Abudefduf saxatilis* (sargentinho), *Stegastes fuscus* (donzelinhas), *Chaetodon striatus* (peixe-borboleta) e *Holacanthus ciliares* e membros das famílias Lutjanidae e Haemulidae.

Além dessas espécies, de acordo com estudos realizados na região (COSTA et al., 2003; FLOETER et al., 2001; FEITOZA; ROSA; ROCHA, 2005; SIMON, 2010; PINHEIRO, 2010), várias outras famílias podem ocorrer, destacando-se representantes de Muraenidae, Labridae, Pomacanthidae, Acanthuridae, Scaridae, Balistidae e Diodontidae, assim como os cavalos-marinhos (Syngnathidae). Na coluna d'água acima do recife, é possível a ocorrência de predadores pelágicos, tais como lírios e xaréus (Carangidae), barracudas (Sphyraenidae) e a pirajica do gênero *Kyphosus* (Kyphosidae). Os grandes predadores demersais estão representados por garoupas (*Epinephelus* sp.), meros (*Epinephelus itajara*) e badejos (*Mycteroperca* sp.), assim como diversos representantes da família Lutjanidae (vermelhos).

Apesar de ainda serem incipientes os conhecimentos acerca dos hábitos dos quelônios marinhos ao longo da costa brasileira, é notória a importância do litoral do Espírito Santo para todas as espécies ocorrentes no país, em especial para a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), que utilizam a região para reprodução. Preteritamente ao evento em análise, as oscilações anuais nos parâmetros reprodutivos e ocorrência de espécies eram consideradas normais. As taxas de encalhe e mortalidade denotavam não ser decorrência de um evento específico, sendo atribuídas, principalmente, à ingestão de lixo e à pesca acidental.

Para os cetáceos, das 32 espécies já registradas na costa do estado do Espírito Santo, três delas destacam-se por serem exclusivamente costeiras, como o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e a toninha (*Pontoporia blainvillei*), ou por usarem intensivamente as regiões costeiras para reprodução, como é o caso da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). Além disso, essas espécies estão ameaçadas de extinção ou ainda encontram-se recuperando de impactos sofridos nas últimas décadas, como a caça comercial. O boto-cinza é a espécie mais interessante do ponto de vista de um monitoramento devido à sua abrangência e utilização do *habitat*. A espécie utiliza a região o ano todo, com populações residentes ao longo da costa e observações pretéritas de uso intenso da região da foz do rio Doce e adjacências. Essa espécie possui informações importantes que compõem sua linha-base e será uma espécie importante no diagnóstico a ser realizado sobre o desastre de Mariana. Para a toninha, existem poucas informações na área de estudo, incluindo poucas observações realizadas por meio de levantamentos aéreos e capturas acidentais por pescadores artesanais, identificadas através de animais encalhados nas praias da região. Sua ocorrência é confirmada na região da foz do rio Doce, apesar das escassas observações de animais vivos, e faz dela uma espécie de interesse no contexto do desastre em Mariana. A baleia-jubarte ocorre em grande densidade na região durante sua época reprodutiva (julho a novembro), quando permanece sem

se alimentar. Devido à alta turbidez, a espécie evita naturalmente áreas costeiras, como aquelas próximas do rio Doce. Os estudos avaliados constataram o aumento populacional da espécie no Brasil, sendo que suas populações se concentram na região central do banco de Abrolhos e existem dados robustos sobre sua densidade e abundância nessa região.

Do ponto de vista toxicológico, dados referentes a concentrações de componentes tóxicos e elementos-traço para os cetáceos na região de interesse são escassos, com poucas informações existentes previamente ao rompimento da barragem de Fundão, em MG. Pouco se conhece também sobre os danos causados à saúde dos cetáceos advindos de contaminações. Cabe destacar que a análise de novos dados e amostras, que estão sendo adquiridos junto a grupos de pesquisa, pode trazer novas elucidações acerca desse grupo de animais para a área de interesse.

O ambiente marinho do Espírito Santo abriga assembleias avifaunísticas de notável relevância nos âmbitos nacional e internacional, pois ali se encontram – além de elevada riqueza de espécies – sítios reprodutivos fundamentais para a manutenção de diversas espécies. Há registro de dez espécies ameaçadas de extinção, seja na avaliação nacional (BRASIL, 2014), seja na global (IUCN, 2018), além de pelo menos três endemismos ilhoas (*Pterodroma arminjoniana, Fregata ariel, Fregata minor*). Embora muitas espécies marinhas ocupem ambientes muito distantes da plataforma continental, como é o caso do arquipélago de Trindade, o amplo deslocamento dessas espécies, sua condição de predador em redes tróficas e o consumo de peixes, como principal fonte de alimentação, sugerem que a exposição aos danos do desastre é provável devido à bioacumulação.

Cogita-se ainda a ocorrência de danos secundários aos animais localizados em posições de topo na cadeia trófica, devido à diminuição da qualidade ambiental, especialmente de recursos alimentares, em decorrência da morte ou contaminação das presas, potencialmente afetando a reprodução das espécies.

A biodiversidade, associada aos ecossistemas marinhos da área de abrangência deste estudo, com a ocorrência de diferentes espécies de peixes, aves, cetáceos e quelônios marinhos, inclusive de espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção em nível global como a baleia-jubarte, toninha, tartaruga-gigante e tartaruga-cabeçuda, denota a extrema importância biológica dessa região. Contudo, a existência de unidades de conservação de proteção integral, que visam restringir o uso dos recursos naturais e aumentar a proteção desses ecossistemas e de toda sua biodiversidade, é baixa, sendo protegidos em torno 108 mil ha dos ecossistemas marinhos dessa região, enquanto as unidades de conservação de uso sustentável perfazem um total aproximado de 250 mil ha. A quantidade de áreas prioritárias para a conservação extremamente alta, muito alta e alta existentes nessa região reflete as suas características ambientais e reforça a necessidade do desenvolvimento de ações que visem aumentar a proteção e conservação de toda essa região.

A importância ecológica acima descrita é reforçada pela existência de cinco unidades de conservação e 32 áreas prioritárias para conservação na região de estudo. Além disso, é possível afirmar que a área de abrangência deste estudo é de grande importância econômica e social, sendo que inúmeras das espécies de peixes, crustáceos e moluscos, entre outros, são fontes de recurso alimentar e econômico para as comunidades do entorno. Entretanto, enquanto os dados mostram a grande importância biológica, ecológica e socioeconômica da região de estudo, demonstram também a carência de estudos e informações sobre diversos ecossistemas.

3 AMBIENTES DE TRANSIÇÃO (ESTUÁRIO, PRAIAS E MANGUEZAIS)

Os ambientes de transição são apresentados separadamente nos compartimentos estuário, integrado com laguna, praias e manguezais. Eles são descritos inicialmente por meio das **características físicas**, sendo, nesses casos, parcialmente hidrodinâmicas (ambiente aquático) e geológicas e morfológicas (ambiente terrestre).

Em seguida, são descritos características e parâmetros de **qualidade da água**, principalmente considerando parâmetros físico-químicos por meio de análise de concentrações de substâncias dissolvidas na coluna d'água.

Relações e consequências da hidrodinâmica e qualidade da água para a biota na coluna d'água são analisadas em termos de concentrações e caracterização do **fitoplâncton**, considerando vários tipos de alga e outras espécies fotossintetizadoras. Em analogia e na sequência, é descrito o **zooplâncton**, caracterizando diversidade, abundâncias e espécies de ocorrência na coluna d'água e a relação com o fitoplâncton e qualidade de água.

Estudos similares são descritos para o compartimento bentônico dos ambientes de transição nos capítulos de **qualidade dos sedimentos**, descrevendo parâmetros físico-químicos e o capítulo dos **macroinvertebrados**, descrevendo os organismos.

As características dos demais grupos de animais nesses ambientes são descritas nos capítulos da **ictiofauna**, descrevendo espécies, abundância e características específicas, seguido pelos **quelônios** e **cetáceos**, além das **aves costeiras**.

Para a região terrestre, especialmente considerando as **praias** e **manguezais**, as descrições principais são da fauna e flora características. Ao final desse item é apresentado o capítulo de caracterização dos ambientes de transição.

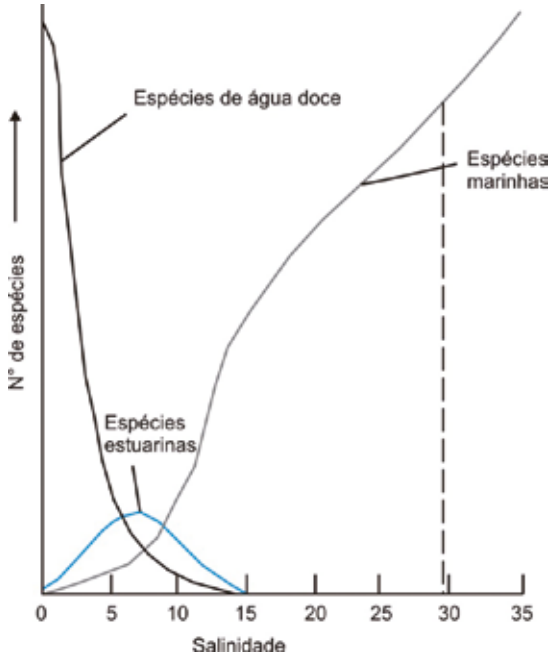
3.1 ESTUÁRIOS

Regiões estuarinas no litoral do Espírito Santo podem ser encontradas basicamente ao norte nas regiões da foz do rio Doce (Regência), rios Piraquê-Açu e Mirim (Santa Cruz), rio Riacho (Aracruz), rio Urussuquara (Barra Seca), rio Mariricu e Córrego de Barra Nova (São Mateus), rio São Mateus (São Mateus e Conceição da Barra) e rio Caravelas, e ao sul na baía de Vitória.

Os estuários são ambientes cuja hidrodinâmica é resultado da interação entre a morfologia da região, o aporte fluvial e o regime de marés, associado à grande variabilidade temporal e espacial desses forçantes e dos processos a eles associados (KJERFVE et al., 1982; DAY et al., 1989). Nos estuários, além do papel importante das interações biológicas (KENNISH, 1990), a circulação e a mistura da água do mar e água doce controlam muitos processos ecológicos, como, por exemplo, a distribuição de nutrientes, material em suspensão e plâncton, além da regulação físico-química (McLUSKY, 1989; DAY et al., 1989). Esses ambientes apresentam alta produtividade, que ocorre devido à regeneração rápida de nutrientes e aos insumos externos sob a forma de nutrientes trazidos pelos rios e fluxos de marés (RICKLEFS, 2003). Apesar da alta produtividade, os ambientes estuarinos apresentam níveis de diversidade baixos com relação ao estresse causado pelas grandes variações de salinidade durante os eventos de maré, e poucas espécies estão adaptadas a viver em tais condições. Existe uma clara zonação nas

regiões estuarinas devido ao forte gradiente de salinidade, as espécies dulcícolas diminuem com o aumento da salinidade e as espécies marinhas se tornam mais dominantes (**Figura 134**). Estuários, por estarem intimamente relacionados com os manguezais e marismas, têm um importante papel ecológico, como abrigo e crescimento de juvenis de espécies de diversos ambientes; e comercial como fonte de mariscos e peixes para alimentação humana (PRITCHARD, 1967).

Figura 134 – Zonação em estuários de acordo com o gradiente de salinidade.



Fonte: Kaiser et al. (2005).

Neste item, são apresentadas as informações referentes ao estuário do rio Doce sobre os temas hidrologia e transporte de sedimentos, qualidade da água e dos sedimentos, além da biota aquática (comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica, macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados e ictiofauna) no tocante à área de abrangência, metodologia e resultados inerentes a cada tema.

Convém destacar que, apesar dos sistemas lacustres terem sido tratados no volume do Ambiente Aquático Continental, a lagoa Monsarás é integrada neste volume por se tratar de uma lagoa costeira, ou laguna, uma vez que sua água é salobra.

De acordo com a Nota Técnica IEMA GCA/CAIA nº 049/2016, de 22 de junho de 2016, devido à cheia ocorrida no rio Doce entre os dias 21 e 25 de janeiro de 2016, na região de Linhares, as águas do referido corpo hídrico extravasaram e atingiram algumas lagoas no município, entre elas, a lagoa Monsarás. Ainda, segundo a Nota Técnica Conjunta GTECAD/GQA – GCA/CAIA nº 013, de 11 de agosto de 2016, a água com rejeitos de lama adentrou a lagoa Monsarás não só pelo canal de ligação desta com o rio Doce, mas também pelo mar, uma vez que na época foi realizada a abertura da barra da referida lagoa.

3.1.1 HIDROLOGIA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Do ponto de vista oceanográfico, segundo Pritchard (1967), os estuários foram definidos como corpos d'água costeiros, semiconfinados, onde ocorre a mistura de água doce, proveniente

do continente, com água salgada do oceano. Em termos geológicos, estuário é a terminação de um vale afogado durante eventos transgressivos, que recebe sedimentos tanto de fontes fluviais quanto marinhas. Os estuários são feições efêmeras em escala geológica, por serem um ambiente protegido e, assim, propenso à sedimentação. Dessa forma, apresentam a tendência de serem totalmente colmatados ao longo de sua evolução, transformando-se em planícies costeiras emersas ou, caso a sedimentação fluvial seja mantida, evoluem para planícies deltaicas.

Em decorrência da alta reatividade geoquímica proveniente da mistura de águas marinhas e fluviais e da variação de salinidade, que propicia condições ideais para ocorrência dos processos físicos e químicos (precipitação, adsorção e complexação), os estuários são potenciais trapeadores do material particulado em suspensão nos sedimentos estuarinos, o que leva a uma alta produtividade primária em relação às águas fluviais e marinhas adjacentes (PRITCHARD, 1967).

O ambiente estuarino pode ser dividido em três zonas com base na interação entre o prisma de maré e descarga fluvial: zona estuarina fluvial, região onde a salinidade é sempre menor que 1 PSU, mas os efeitos da maré ainda são observados; zona estuarina média, região que apresenta uma variação de salinidade de 1 a 35 PSU e onde ocorre intensa mistura entre águas oceânicas e águas fluviais; e zona estuarina costeira, ou desembocadura, onde a salinidade observada coincide com a salinidade oceânica.

As variações entre volume da descarga fluvial e amplitude de marés, além de fatores como ondas e também ventos, promovem modificações nos padrões de circulação estuarina permitindo a classificação dos estuários. Quando o estuário é dominado pelo rio, é classificado como um estuário altamente estratificado ou de cunha salina. Quando os efeitos de turbulência causados pelas correntes de marés e ondas no interior do estuário são dominantes, o estuário é classificado como totalmente misturado. Quando a velocidade da descarga fluvial e as correntes de maré são comparáveis, o estuário é classificado como parcialmente estratificado ou parcialmente misturado.

O rio Doce possui aproximadamente 800 km de extensão, o rio nasce em Minas Gerais na Serra da Mantiqueira e Serra do Espinhaço, no município de Ressaquinha, com o nome de rio Piranga. Após a sua confluência com o rio do Carmo recebe o nome de Rio Doce e desce até sua foz no Oceano Atlântico (APRILE et al., 1994a). O regime do rio é subequatorial, sendo que as maiores vazões ocorrem entre novembro e abril, com vazões médias de 1296 m3/s, e as menores entre maio e outubro com vazões médias de 525 m3/s (ZOFFOLI; KAMPEL; FONSECA, 2011).

De acordo com Bacoccoli (1971 apud IBGE, 1987), o delta do rio Doce é o mais importante do litoral brasileiro, excedendo 2.500 km^2. Apresenta características de delta destrutivo, dominado por ondas e com um único canal fluvial sem meandros nem tributários, que lança ao mar grande quantidade de material clástico. A planície deltaica do rio Doce destaca-se, além do volumoso aporte sedimentar, pela atuação do fluxo do rio no bloqueio de sedimentos transportados pela corrente costeira, levando à deposição de sedimentos em sua foz (ALBINO, 1999). O rio não sofre influência da água do mar devido à força de vazão de suas águas (IPEMA, 2009).

Segundo Quaresma et al. (2015), a pluma de dispersão de sedimento do rio Doce tende a fluir para sul, mas pode apresentar fluxo costeiro para o norte da desembocadura devido à combinação de dois fatores: vazões fluviais baixas a médias e ventos de SSE constantes, com velocidades elevadas e

atuando por vários dias, o que normalmente se observa em épocas de inverno na região (OLIVEIRA; QUARESMA, 2017).

Lagoas costeiras ou lagunas são corpos aquosos relativamente rasos, separados dos oceanos por uma barreira, ou em alguns casos intermitentemente conectadas ao oceano por um ou mais canais restritos (KJERFVE, 1994). Muitas lagoas costeiras e seus depósitos são resultantes da variação do nível do mar durante o Quaternário e da construção de barreiras arenosas costeiras por processos marinhos (LANKFORD, 1976), que isolam parcial ou totalmente os corpos lagunares.

"LAGUNA: massa de água pouco profunda ligada ao mar por um canal pequeno e raso" (DNAEE, 1976). Bacia litoral de águas quietas, separada do mar apenas por uma restinga de areia e com o qual mantém comunicação intermitente. São ecossistemas formados em depressões, abaixo do nível do mar, e dele separados por cordões litorâneos. Esses cordões podem isolá-lo totalmente do oceano, formando lagunas fechadas ou semifechadas, ou simplesmente permanecem em contato permanente com o mar, através de canais (AZEVEDO apud LACERDA et al., 1984). Depressão contendo água salobra ou salgada, localizada na borda litorânea. A separação das águas da laguna das do mar pode se fazer por um obstáculo mais ou menos efetivo, mas não é rara a experiência de canais, pondo em comunicação as duas águas. Na maioria das vezes, se usa erradamente o termo "lagoa", em vez de "laguna" (GUERRA, 1978). Conforme descrito anteriormente, a lagoa Monsarás sofreu com o aporte de rejeitos vindos do rio Doce e do mar. A lagoa Monsarás localiza-se no município de Linhares/ES, na margem esquerda do rio Doce, tendo uma interface com o mar, sendo estes separados por um cordão de areia, ao norte da foz do rio Doce. De acordo com Esteves (1998), a lagoa Monsarás teve sua formação relacionada à deposição de sedimentos marinhos pela última grande transgressão ocorrida há, aproximadamente, 18.000 anos, que formou um conjunto de ilhas-barreiras que isolaram uma grande laguna na planície costeira junto à foz do rio Doce. Esse fenômeno teve seu término há, aproximadamente, 5.500 anos.

Essa lagoa possui 212 ha, fica rente à praia deserta e há uma base do Projeto TAMAR. A lagoa é uma importante fonte de pesca de subsistência e amadora. A praia de Monsarás ocupa uma faixa de 18 km, é deserta, com ondas fortes, areia amarela e fofa e também é área de desova de tartarugas marinhas (TEIXEIRA, 2007).

Segundo Gonçalves (2011), as lavouras cacaueiras ocupam as várzeas do rio Monsarás e do rio Doce, desde as proximidades da foz, seguindo rio acima pelas margens do Doce até os terraços fluviais que se estendem no flanco.

Segundo Pinheiro e Frizzeira (2007), a lagoa Monsarás foi vítima do mal planejamento de um antigo projeto federal de drenagem de outras grandes lagoas. Consequentemente, em vez da drenagem se dirigir ao rio Doce, este deságua na lagoa Monsarás, inundando sua margem. Periodicamente, as águas do rio Doce, devido às enchentes, também se encaminham para a lagoa, acelerando o processo de enchente da lagoa. Segundo Petrobras (2002), esse canal encontra-se levemente assoreado.

3.1.1.1 Conceitos

As características hidrológicas e de transporte de sedimento seguem, em princípio, os conceitos descritos para o ambiente marinho (capítulo 2.1.1) descrevendo os processos e características

oceanográficas (marés, correntes, ondas, descargas fluviais, salinidade etc.). A seguir, são acrescentados os conceitos geomorfológicos, sendo característicos no ambiente de estuário na transição do mar para terra. Esses conceitos auxiliarão na interpretação dos dados na etapa de diagnóstico, já que muito deles estão associados com processos que provocaram sua origem, os efeitos que atuaram para compor sua forma e constituição.

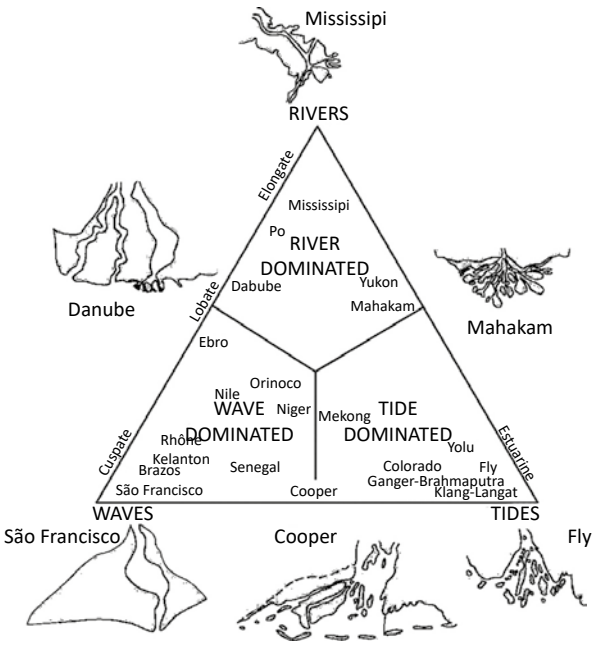
3.1.1.1.1 Delta

O conceito de delta é bastante variável de autor para autor, mas, em geral, procura designar associações de fácies sedimentares, que têm em comum o fato de constituírem zonas de progradação associadas à foz de um rio. Na sequência, segue breve histórico conceitual advindo dos principais autores que estudaram os processos de sedimentação costeira.

Barrell (1912) usou o termo “delta” para designar um depósito parcialmente subaéreo construído por um rio no encontro com um corpo permanente de água. Bates (1953) definiu um delta como depósito sedimentar construído por fluxo de água dentro de um corpo permanente de água. Já Wright (1978) define um delta como acumulações costeiras subaquosas e subaéreas, construídas a partir de sedimentos trazidos por um rio, adjacente ou em estrita proximidade com este, incluindo os depósitos retrabalhados secundariamente pelos diversos agentes da bacia receptora, tais como ondas, correntes e marés.

Galloway (1975) propôs uma classificação ternária, por meio de um diagrama triangular (Figura **135**) que tem por membros extremos o fornecimento de sedimentos, o fluxo de energia das ondas e o fluxo de energia das marés, em: deltas dominados por rios; deltas dominados por ondas; deltas dominados por marés. Em suma, o delta resulta, sobretudo, da atividade fluvial somente quando a bacia receptora apresenta baixos níveis de energia das ondas e marés. No entanto, quando os níveis de energia da bacia receptora são elevados, a acumulação deltaica resulta da sedimentação marinha devido à ação das ondas e marés, que retrabalham os sedimentos fluviais.

Figura 135 – Classificação genética de deltas marinhos ou oceânicos.



Fonte: Suguio (2010).

3.1.1.1.2 Subambientes deltaicos

Para Suguio (2003), os deltas compreendem uma porção subaérea que abrange a planície deltaica, situada acima da maré baixa, e a subaquosa representando a porção submersa, separadas pelo limite de influência das marés. O conceito clássico de delta admite uma subdivisão em três províncias de sedimentação: planície ou plataforma deltaica, frente deltaica e prodelta.

Planície ou plataforma deltaica: constitui a superfície sub-horizontal adjacente à desembocadura da corrente fluvial. Abrange a parte predominante subaérea da estrutura deltaica onde, em geral, a corrente fluvial principal subdivide-se em vários distributários deltaicos (ativos e abandonados) e as áreas entre esses tributários (planícies interdistributárias), onde se desenvolvem lagos, pântanos, entre outros. Os principais depósitos sedimentares associados à planície deltaica são: *depósitos de preenchimento de canais* – compostos de sedimentos grossos e finos, que preenchem um canal abandonado pelo rio. Consistem em areias sílticas, que passam para argilas sílticas e argilas. Além dos depósitos de preenchimento de canais típicos, ocorrem também as barras de meandros e as barras de canais entrelaçados. *Depósitos de diques naturais* – formam áreas levemente elevadas, que flanqueiam os canais distributários e são construídos por deposição de sedimentos mais grossos da carga em suspensão durante as enchentes. Consistem em argilas sílticas perturbadas mais comumente por raízes de plantas (fitoturbações). Associados aos diques naturais, também podem aparecer os chamados depósitos de rompimento de diques naturais, que se apresentam na forma de pequenos leques (SUGUIO, 2003).

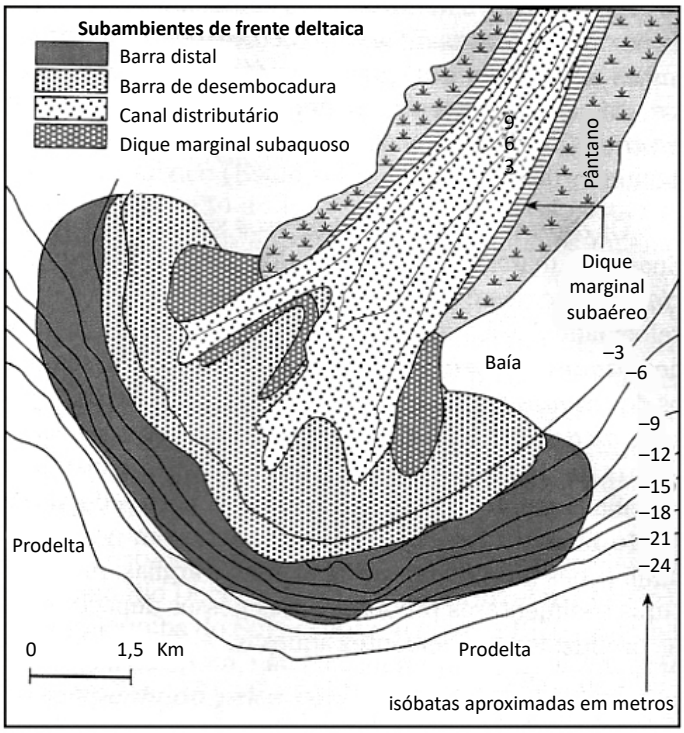
Depósitos de planície interdistributária: são constituídos por sedimentos argilosos acumulados nas áreas baixas da planície deltaica, entre os distributários ativos e abandonados, quando ocorre extravasamento dos canais distributários (SUGUIO, 2003).

Depósitos paludiais ou pântanos: são formados quando a área inundada entre os distributários torna-se suficientemente rasa para suportar a vegetação. Existem pântanos de vegetação rasteira (*marsh*), constituídos por água salgada, doce ou salobra, que se desenvolvem próximo ao mar, e os de vegetação de maior porte (*swamp*), que são de água doce e situam-se mais para o interior dos continentes (SUGUIO, 2003).

Nos pântanos do tipo *marsh*, quando ocorrem em zonas costeiras de clima quente e úmido, desenvolvem-se os manguezais que são caracterizados por vegetação típica (*Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa*, entre outros, e no *swamp* originam a turfa. Os depósitos lacustres de argila orgânica com laminação formam-se em áreas pantanosas do tipo *marsh*, resultantes do afogamento na área (SUGUIO, 2003).

Frente deltaica: esta província forma a área frontal de deposição ativa do delta que avança sobre os depósitos de prodelta, sendo constituída por siltes e areias finas fornecidos pelos principais distributários deltaicos (**Figura 136**).

Figura 136 – Diversos subambientes de sedimentação associados à frente deltaica.



Fonte: Suguio (2003).

Para Suguio (2003), os principais depósitos associados à frente deltaica são:

Depósitos de barra distal – formados por sedimentos da faixa frontal progradante do delta, predominando siltes e argilas.

Depósitos de barra de desembocadura de distributário – são oriundos da sedimentação da carga do rio na boca do canal distributário, sendo constituídos por areia e silte e sujeitos a constantes retrabalhamentos, pelas correntes fluviais e pelas ondas.

Depósitos de canais distributários submersos – correspondem ao prolongamento natural subaquático dos canais distributários subaéreos, que se alargam ao atingir a frente deltaica e terminam pela deposição de barras arenosas de desembocadura.

Os diques naturais submersos – são cristas submarinas localizadas nas margens dos canais distributários submersos e formadas pela redução da velocidade das águas na frente deltaica. Os sedimentos são compostos de areias muito finas e siltes, bem selecionados, com ocasionais laminações finas de restos de plantas e argilas.

Prodelta: a sedimentação prodeltaica é essencialmente argilosa e representa a parte mais avançada de deposição do sistema deltaico. A construção de um delta tem início com a deposição de argila marinha na bacia receptora que está sotoposta aos sedimentos das duas províncias anteriores – planície deltaica e frente deltaica.

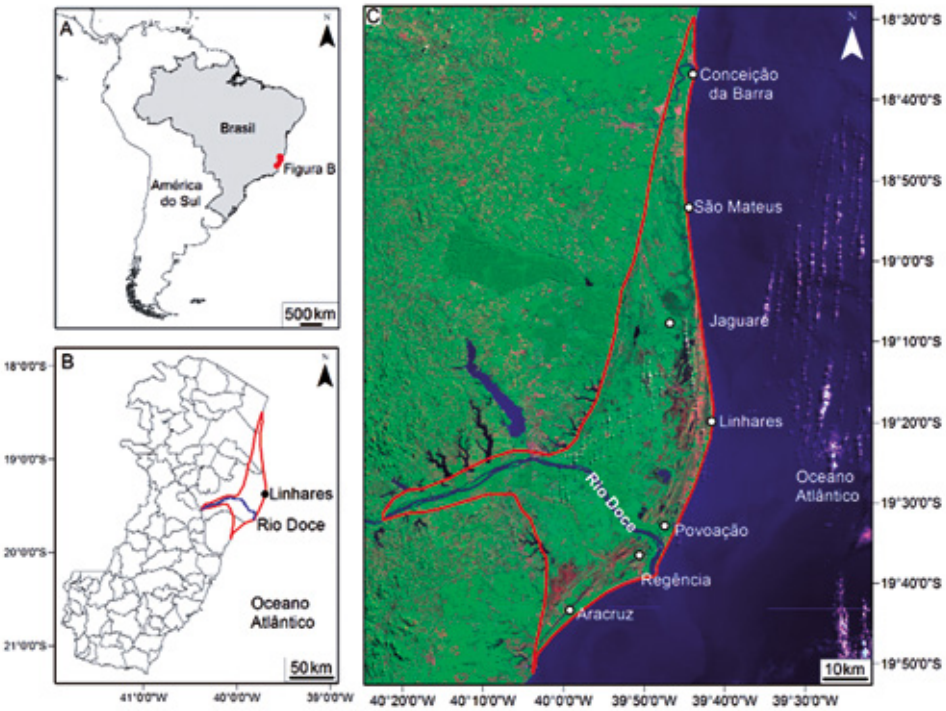
Duas feições geológicas diretamente associadas à deposição prodeltaica argilosa são: planícies de lama, formadas quando o fornecimento de lama fluvial sobrepuja a capacidade de dispersão de processos costeiros. Continuando a deposição de sedimentos argilosos fluviais, uma linha de praia arenosa pode ser isolada por trás de uma planície de lama, e os depósitos praiais, assim isolados, recebem o

nome de depósito de chenier; e os diápiros de lama, que são projeções de lama dentro dos depósitos de barra de desembocadura ou extrusões de lama, formando ilhas próximas à desembocadura dos distributários.

3.1.1.2 Área de abrangência

A área de abrangência escolhida foi o delta do rio Doce que se estende desde Piraquê-Açu ao sul até Conceição da Barra, conforme é mostrado na **Figura 137**.

Figura 137 – A) Localização geral do delta. B) Localização do delta do rio Doce no estado do Espírito Santo. C) Delta do rio Doce visto sobre mosaico de imagens TM/Landsat com composição R4 G7 B2 (linha vermelha em B e C indica os limites do delta).



Fonte: Polizel e Rossetti (2014).

3.1.1.3 Metodologia

A geomorfologia foi avaliada por informações obtidas por investigações de estudos pretéritos encontrados na região. Já na parte hidrossedimentológica foram replicadas algumas informações apresentadas no relatório do Ambiente Fluvial. A estação de Colatina (Código ANA: 56994500) foi utilizada para avaliar o transporte de sedimentos, uma vez que possui uma série de dados extensa com mais de 50 anos de dados.

3.1.1.4 Resultados

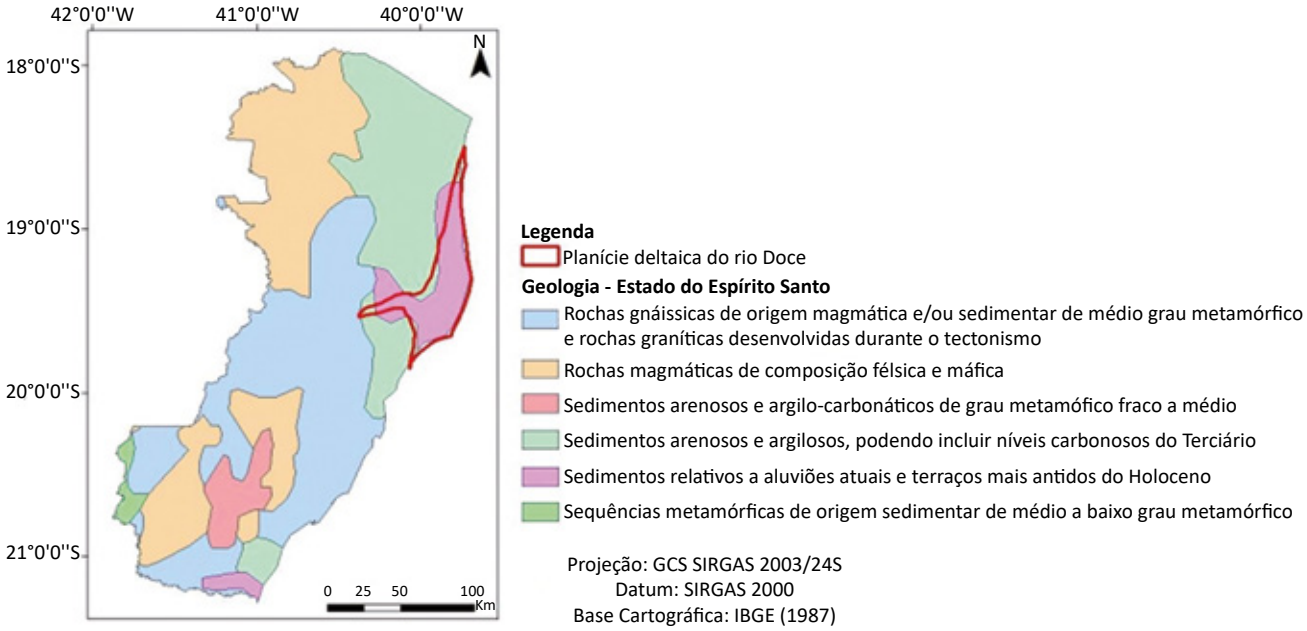
Os resultados hidrológicos e de transporte de sedimento no final do estuário seguem, em princípio, os resultados descritos para o ambiente marinho (capítulo 2.1.4) descrevendo os processos e características oceanográficas (marés, correntes, ondas, descargas fluviais, salinidade etc.). Aqui são acrescentados os dados na região de transição, sendo assim os dados da última estação fluviométrica, quais parâmetros são considerados os forçantes fluviais para o estuário. Também são acrescentadas as características geomorfológicas, sendo características no ambiente de estuário na transição do mar para terra.

3.1.1.4.1 Geomorfologia do delta do rio Doce

O delta de onda do rio Doce para Bacoccoli (1971) e Suguio, Martin e Dominguez (1982) é uma das morfologias mais expressivas do litoral brasileiro, excedendo a 2.500 km^2 de área em sua parte subaérea. De morfologia semilunar crescente, assimétrica e convexa em direção ao mar, o delta do rio Doce tem largura máxima de 40 km na direção E-W e comprimento máximo de 150 km na direção N-S. Ele representa um delta em cúspide afetado por ondas suficientemente fortes para transportar os sedimentos para longe da desembocadura do rio principal (SUGUIO; MARTIN; DOMINGUEZ, 1982). Segundo Bacoccoli (1971), os deltas marinhos, que possuem a parte subaérea em forma cuspidada, são dominados por ondas e, portanto, altamente destrutivos.

Geologicamente, o delta do rio Doce insere-se na bacia sedimentar do Espírito Santo-Mucuri, que possui uma área emersa de 18.000 km² e submersa de 200.000 km². É limitado ao norte pelo complexo vulcânico Abrolhos e ao sul pelo arco de Vitória, tendo evoluído sobre um complexo de terrenos ígneos e metamórficos pré-cambrianos (MILANI et al., 2001; MOHRIAK, 2003). O preenchimento sedimentar sinrifte da bacia do Espírito Santo-Mucuri é representado pela Formação Cricaré, com espessura estimada em 5.000 m (MILANI et al., 2001). Sobre essa unidade, ocorre a Formação Mariricu, do neoaptiano. O pacote correspondente à fase marinha aberta na bacia do Espírito Santo-Mucuri constitui o Grupo Barra Nova, de idade Albiana, e o Grupo Espírito Santo, que abrange o intervalo Cenomaniano ao recente. Do ponto de vista tectônico, a região é caracterizada por falhas que afetaram rochas cretáceas, com estabilidade tectônica advogada a partir do Paleogeno (SUGUIO; MARTIN; DOMINGUEZ, 1982). O delta do rio Doce caracteriza-se por sedimentos arenosos e argilosos, podendo incluir níveis carbonosos cenozoicos e, em sua maior parte, aluviões atuais e terraços holocênicos (IBGE, 1987) (**Figura 138**).

Figura 138 – Mapa geológico simplificado do estado do Espírito Santo.



Fonte: Polizel (2014).

Em relação à composição pedológica da área, a porção centro-sul da planície deltaica do rio Doce é caracterizada por argissolo amarelo, cambissolo háplico, gleissolo háplico e neossolo quartzarênico (IBGE, 1987). A cobertura vegetal subdivide-se em três segmentos: floresta ombrófila densa, vegetação com influência marinha e área antropizada, sendo apenas os dois últimos presentes na área de estudo (IBGE, 1987).

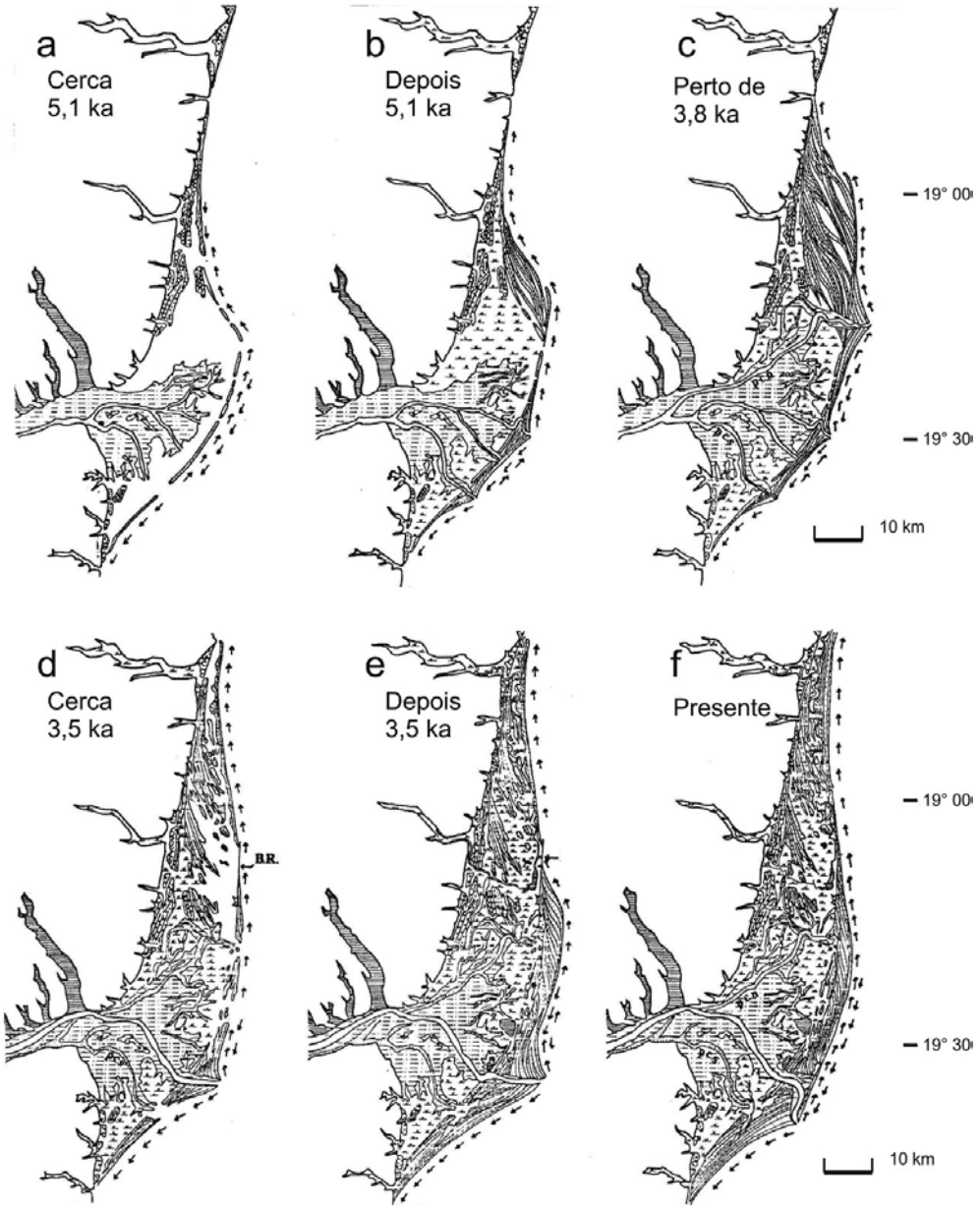
Embora não conste no mapeamento elaborado pelo IBGE, os autores relataram a presença de matas de galeria ao longo do curso d'água do rio Doce e sobre paleocanais de sua planície deltaica, como revelado pela análise dos produtos de sensoriamento remoto. As interpretações das análises de imagens permitiram também caracterizar o relevo da área, como composto por acumulações fluviomarinhas e marinhas, que constituem morfologias características da faixa litorânea. Essas feições englobam os complexos deltaicos, estuarinos e praiais (RADAMBRASIL, 1987) e planícies fluviais e/ou fluviolacustres (IBGE, 1987). Ainda, conforme esses autores, a província geomorfológica do rio Doce é a mais rica de toda a área com relação à diversidade de características ambientais. Essa riqueza está associada a processos deposicionais e erosivos decorrentes de flutuações do nível do mar e variação na direção de movimentação das ondas.

As ondas no delta do rio Doce procedem de dois setores principais NE-E e SE-E, com predominância do primeiro (BANDEIRA JR.; PETRI; SUGUIO, 1975). Essas ondas são formadas pelo sistema de ventos da região. As ondas de direção sul são responsáveis por processos de deposição ou construção, enquanto a erosão é causada por ondas de direção norte (DOMINGUEZ, 1990). Sob esse cenário ambiental, ocorreram os processos deposicionais e erosivos do rio Doce.

Segundo Martin, Suguio e Flexor (1993), o delta do rio Doce apresenta tendência de progradação e/ou estabilidade da linha de costa, combinada com cordões litorâneos largos e contínuo aporte fluvial dos rios Doce, Barra Seca, Mariricu e São Mateus. Os eventos erosivos estão associados à desembocadura fluvial, sendo devido às alterações na descarga fluvial e na direção da deriva litorânea. Idades absolutas (SUGUIO; MARTIN, 1981; SUGUIO; MARTIN; DOMINGUEZ, 1982; DOMINGUEZ, 1987) revelaram que a planície costeira foi desenvolvida nos últimos milhares de anos sobre depósitos miocênicos da Formação Barreiras.

De acordo com Dominguez (1987), um novo modelo de evolução para o delta do rio Doce foi apresentado, porém considerando ainda a hipótese de desenvolvimento de um delta intralagunar descrito em seis estágios, sendo: 1. aumento do nível do mar entre 7.0-5.1 mil anos, afogamento das planícies costeiras pleistocênicas, formação de ilhas barreiras e início da construção do delta intralagunar (Figura 139A); 2. queda do nível do mar após 5.1 mil anos, e substituição do ambiente lagunar por pântanos, migração de *spits* na parte nordeste da planície costeira com formação de lagoas alongadas entre cordões litorâneos alimentados por sedimentos transportados para norte pela ação de ondas (Figura 139B); 3. em cerca de 3,8 mil anos, acréscimo de extensos cordões litorâneos a nordeste (Figura 139C); 4. entre 3.8-3.5 mil anos, aumento do nível do mar com invasão de áreas de baixa altitude entre cordões litorâneos e afogamento das desembocaduras fluviais, permanecendo apenas um canal ativo (Figura 139D); 5. com a diminuição do nível do mar após 3.5 mil anos, a maioria dos sedimentos fluviais foi transportada para norte, resultando no desenvolvimento de uma “projeção assimétrica com alimentação lateral” entre as latitudes 19º 20’ e 19º 10’ (Figura 139E); e 6. o rio Doce passou a correr em sua posição atual (Figura 139F).

Figura 139 – Modelo evolutivo do delta do rio Doce.



Fonte: Dominguez (1987).

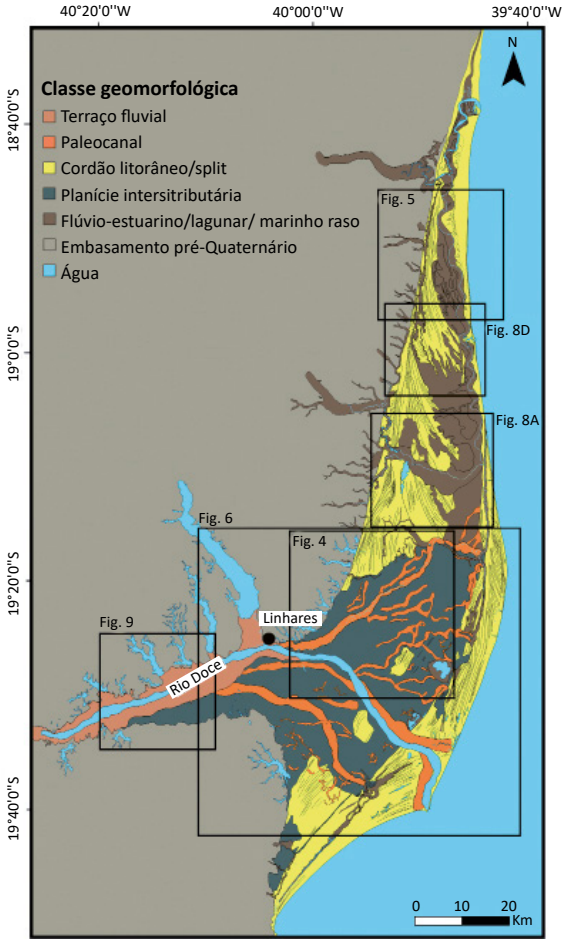
Polizel e Rossetti (2014) elaboraram um mapa geomorfológico, utilizando dados multissensores a partir da integração do PALSAR/ALOS, imagens TM/Landsat, MDE-SRTM e imagens óticas de alta resolução com feições em detalhe para a planície costeira do rio Doce.

O delta do rio Doce possui interpretação complexa, com riqueza de detalhes morfológicos que revelam uma variedade de subambientes deposicionais, além de alternâncias de fases deposicionais e erosivas. De acordo com os referidos autores, seis classes geomorfológicas foram distinguidas e relacionadas (**Figura 140**) com a drenagem atual, além dos seguintes ambientes deposicionais: cordão litorâneo/*spit*, paleocanal; planície interdistributária e fluvioestuarino/lagunar/marinho raso. Adicionalmente, houve a identificação da classe terraço fluvial na parte interna do sistema fluvial do rio Doce.

A análise geomorfológica do delta do rio Doce, realizada por Polizel e Rossetti (2014), permitiu considerações preliminares a respeito de sua dinâmica sedimentar. As autoras atribuíram os extensivos depósitos como relacionados a ambientes fluvioestuarinos/lagunares/marinhos rasos, e constituem em um elemento importante para sugerir que a deposição dos cordões litorâneos/*spits* que caracterizam o delta do rio Doce não ocorreu de forma contínua.

Para Polizel e Rossetti (2014), esses cordões foram sendo adicionados ao delta de maneira episódica, sendo eles intercalados com depósitos representativos de nível relativo de mar alto. Durante essa fase, cordões litorâneos/*spits* previamente formados foram parcialmente erodidos. Tal processo resultou no retrabalhamento desses depósitos, registrado por suas bordas irregulares e, portanto, erosivas. O contato direto com depósitos fluvioestuarinos/lagunares/marinhos rasos permite sugerir que a progradação deltaica foi momentaneamente interrompida, sendo substituída por fase transgressiva que atingiu toda a extensão do delta do rio Doce. Subsequentemente, houve a retomada do influxo sedimentar alimentado pelo rio Doce, o que resultou na formação de novos cordões litorâneos/*spits* em toda porção externa do delta, processo que salientou sua morfologia cuspidada típica de delta de onda.

Figura 140 – Mapa geomorfológico do delta do rio Doce.

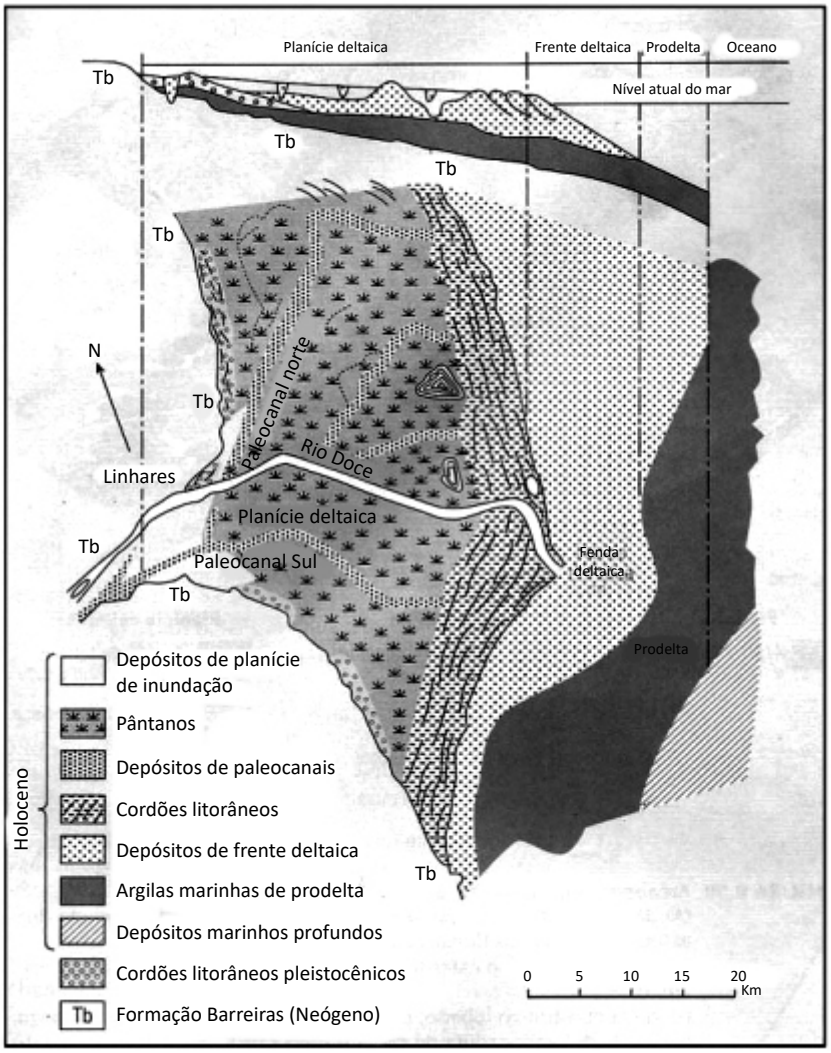


Fonte: Polizel e Rossetti (2014).

3.1.1.4.1.1 Depósitos sedimentares – delta do rio Doce

De acordo com os vários subambientes mencionados anteriormente, o modelo deposicional do delta do rio Doce pode ser visualizado na **Figura 141**.

Figura 141 – Modelo deposicional do delta do rio Doce/ES.



Fonte: Suguio (2003).

De acordo com o mapa geológico da CPRM (2015), nessa área da foz do rio Doce ocorrem vários tipos de depósito sedimentar, entre os quais, destacam-se:

- **Depósitos fluviolagunares recentes – Q2fl**

  Nas zonas baixas ocorrem sedimentos sílticos e/ou arenoargilosos ricos em matéria orgânica, podendo apresentar grande quantidade de conchas de moluscos de ambientes lagunares. Esses depósitos separam terraços arenosos pleistocênicos e holocênicos ou estão presentes nos cursos inferiores de grandes vales não preenchidos por sedimentos fluviais.

  Durante uma fase de submersão ocorrida antes de 5100 anos AP[2], o litoral foi invadido pelo mar, levando à formação de sistemas lagunares que se estabeleceram atrás de ilhas-barreiras situadas principalmente na foz do rio Doce. Após 5100 anos AP, a regressão do nível relativo do mar provocou a ressecação dessas lagunas, ao mesmo tempo em que eram colmatadas e substituídas por áreas pantanosas. A subida do nível marinho, que ocorreu entre 3900 e 2500 anos AP, promoveu a reocupação parcial dessas lagunas.

2 AP = Datações com carbono 14, os conteúdos de carbono orgânico e nitrogênio total e o isótopo estável do carbono.

São encontrados a sudoeste de Conceição da Barra, se estendendo para o sul, passando pelo rio Doce, indo até as proximidades da vila de Riacho.

- **Depósitos fluviais argiloarenosos e arenosos recentes – Q2a**

  Localizados nas regiões de Bom Jesus do Norte, nas proximidades de Baixo Guandu, ao longo de rios como o Doce e seu delta, espalhando-se pela costa leste do Espírito Santo, desde o rio Itabapoana até o rio São Mateus.

  São litologicamente diferenciados em depósitos aluvionares ou areias brancas.

  O primeiro tipo constitui depósitos de areias quartzosas grossas, de grãos angulosos mal selecionados, conglomeráticas, micáceas, com intercalações argilossílticas e argilosas. Relacionados em sua maioria ao rio Doce e suas planícies de inundação. Nas demais áreas em que ocorrem, as aluviões mostram uma composição com mais cascalho, areia e argila.

- **Depósitos marinhos litorâneos recentes – Q2li**

  Nas desembocaduras do rio Doce ocorrem terraços marinhos de areias holocênicas, os quais não se encontram impregnados de ácidos húmicos e exibem alinhamentos de cristas praiais contínuos e poucos espaçados.

  Em alguns trechos do litoral, principalmente na planície costeira do rio Doce, afloram, por debaixo das cristas praiais, arenitos de praia. Outros afloramentos são conhecidos ao sul da foz do rio Jucu e ao norte do Meaípe, onde ocorrem na zona de intermarés.

  Muehe e Ignarra (1984) descreveram a ocorrência de bancos de arenito de praia submersos em Itaipuaçu, testemunhando provavelmente uma fase de nível marinho mais baixo do que o atual.

- **Cordões litorâneos recentes – Q2cl**

  No estado do Espírito Santo, pode ser observada uma extensa planície de cordões litorâneos no delta dominado ou modificado por ondas do rio Doce.

  Piazza e Araújo (1972), estudando o delta do rio Doce, aplicaram o termo “cordão litorâneo” para caracterizar a feição morfológica positiva alongada moldada sobre as areias da baixada.

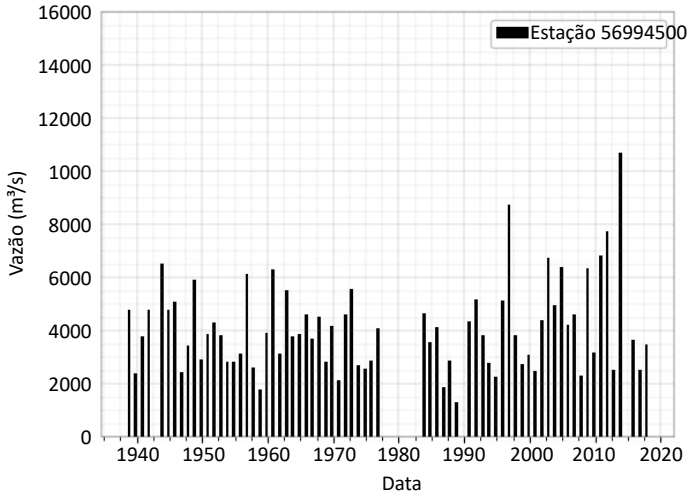
  Os cordões litorâneos distribuem-se formando uma faixa praticamente contínua ao longo da costa, em toda extensão da frente deltaica, assumindo larguras que variam de 16 km, na região da foz do rio Doce.

  Piazza e Araújo (1972) reconheceram dois tipos de cordão litorâneo recentes: eólicos e marinhos (depósitos de praia). Litologicamente, constituem-se de areia quartzosa cuja granulometria é variável. Ocorrendo da antiga foz do paleocanal norte do rio Doce, para sul, areias grosseiras marinhas com grânulos, seixos e conchas, tornando-se mais finas ao norte daquela região. As areias eólicas caracterizam-se pela textura fina, boa seleção e ausência de mica. Ocorrem, sobretudo, na região da lagoa do Segredo, mostrando a linha de truncamento de 136 anos atrás. Mais a leste, observa-se cordões litorâneos mais recentes.

3.1.1.4.2 Hidrossedimentologia

Conforme apresentado no ambiente fluvial, a média anual de transporte de sedimentos despejados normalmente ao mar no rio Doce é de 657 t/ano/km². Os maiores aportes acontecem no período chuvoso. Esse transporte, geralmente, acompanha as oscilações de vazões (Figura **142**) e quando intensos, como o evento de 2014, podem provocar grandes alterações na forma do rio.

Figura 142 – Vazões máximas anuas na Estação de Colatina.



3.1.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS

A maior ou menor predominância entre os processos fluviais e marinhos ao longo do perfil de um estuário, bem como a carga sedimentar transportada no estuário, gera a subdivisão deste em três zonas principais (DALRYMPLE; ZAITLIN; BOYD, 1992): zona externa (desembocadura do estuário), com predomínio de processos marinhos (ondas e/ou correntes de maré); zona central, de baixa energia, com predomínio da interação entre processos fluviais e marinhos (correntes de maré), e zona interna (cabeceira do estuário), com predomínio de processos fluviais e, em menor escala, processos marinhos. Os limites entre esses setores ao longo do estuário são variáveis e dependem da intensidade da descarga fluvial, das correntes de maré e da influência do vento.

De acordo com a interação de fluxos, os estuários podem ser classificados em estuários dominados por onda ou de barreira – em costas com regimes de micro e mesomaré – ou estuários dominados por maré – costas que possuem regime de macromaré, podendo ser encontrados em costas com amplitudes de maré baixas ou em locais com baixa influência de onda (ROSSETTI, 2008). Segundo Dalrymple, Zaitlin e Boyd (1992), é ainda apresentado um terceiro caso, os estuários dominados por onda e maré (mistos). Os estuários podem ser definidos também em termos da salinidade (PRITCHARD, 1967), sendo eles: cunha salina (tipo A), moderadamente ou parcialmente misturado (tipo B), verticalmente bem misturado e lateralmente estratificado (tipo C) e bem misturado (tipo D). Além disso, os estuários são classificados geomorfologicamente (PRITCHARD, 1952; FAIRBRIDGE, 1980) em fiorde, ria, planície costeira, delta estuarino, construído por barra, delta, laguna costeira e tectônico.

3.1.2.1 Área de abrangência

Para a abrangência espacial da pesquisa bibliográfica, considerou-se primeiramente o estuário do rio Doce e os estuários ao longo da costa do Espírito Santo, limitados ao sul da foz do rio Doce pelo estuário do rio Piraquê-Açu e ao norte pelo estuário do rio São Matheus, bem como a lagoa Monsarás, visto a possibilidade de alterações na qualidade das águas tanto na região estuarina localizada a norte quanto a sul da foz do rio Doce, decorrentes do desastre em estudo.

3.1.2.2 Metodologia

A metodologia para avaliação da qualidade da água do estuário do rio Doce e dos estuários adjacentes à foz do rio Doce foi baseada em pesquisas bibliográficas sistematizadas. Essa pesquisa envolveu diversos passos e a aplicação de filtros para a seleção dos estudos que apresentassem dados confiáveis e relevantes para a discussão do tema abordado neste capítulo. Esses passos são descritos nas seções a seguir.

3.1.2.2.1 Avaliação dos dados físicos e químicos de qualidade da água

Primeiramente, foi definido que os dados de qualidade da água, que caracterizariam a região do estuário do rio Doce e estuários adjacentes à foz do rio Doce no período anterior ao desastre, seriam aqueles gerados antes da chegada da onda de cheias em 11 de novembro de 2015 (CPRM, 2016), logo as buscas se limitaram a dados coletados até essa data e nos seguintes estuários e lagunas:

- estuário do rio Doce;
- estuário do rio Piraquê-Açu;
- estuário do rio São Matheus;
- estuário Barra Nova;
- estuário Barra do Riacho;
- lagoa/laguna Monsarás.

A partir dessas definições, a pesquisa bibliográfica foi realizada com foco em quatro tipos de fonte:

- publicações em periódicos científicos que abrangem temas ambientais e oceanográficos, com enfoque para poluição marinha e estuarina;
- teses, dissertações e monografias de conclusão de curso disponíveis no portal da biblioteca da UFES;
- estudos de impacto ambiental e estudos e relatórios ambientais para fins de licenciamento e monitoramento ambiental de empreendimentos nos limites da zona costeira do estado do ES. As buscas foram feitas nos portais do Ibama (http://licenciamento.ibama.gov.br/) e do IEMA (http://189.84.218.235/biblioteca/);
- portal HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA), no qual foram pesquisados dados de qualidade de água do rio Doce em relação à estação de monitoramento mais próxima de sua foz.

Entre os dados obtidos nesses estudos, foram inseridos no banco de dados geográficos e utilizados na elaboração de mapas e de gráficos apenas aqueles disponibilizados na forma bruta e com referência geográfica, enquanto os estudos que apresentavam os resultados apenas como parâmetros estatísticos (ex.: valores médios, mínimos ou máximos) foram apresentados como referências escritas no decorrer deste relatório.

Após a aplicação dos filtros supracitados, foram selecionados os seguintes estudos para a elaboração de mapas e gráficos e, posterior, análise estatística e espacial:

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Estação. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acesso em: 15 maio 2017.
- MONTEIRO, S. M. **Hidrogeoquímica dos elementos maiores e traço no sistema estuarino Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Espírito Santos, Vitória, 2015.
- JESUS, H. C. et al. Avaliação da poluição ambiental dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Santa Cruz – ES) através da análise de águas, biomonitores e sedimentos. **Relatório Técnico:** Projeto Aracruz Celulose, Processo UFES nº 034373/2007-80. 2009.
- TRANSPETRO. **Programa de monitoramento dos recursos hídricos na área de influência do terminal norte capixaba - 1º semestre de 2012**. Vitória, 2012a.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). **Monitoramento da influência da pluma do rio Doce após o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana/MG – novembro de 2015**: processamento, interpretação e consolidação de dados. Relatório consolidado. Vitória: UFES, 2017.

Os dados disponíveis, localizados na região da busca bibliográfica, abrangeram os estuários do rio Piraquê-Açu, estuário de Barra Nova e o estuário do rio Doce, conforme pode ser visualizado na Figura 143.

Figura 143 – Localização dos dados de qualidade da água resultantes da busca bibliográfica.

Na caracterização das condições ambientais do estuário da região em estudo, os estudos levantados foram separados em estuários, de acordo com a localização do estudo. Também foram utilizados resultados das últimas estações de monitoramento do rio Doce antes da sua foz (estações 56998000, 56998300, 56998500 conforme disponibilizadas pela ANA no portal HidroWeb), de forma a se obter uma referência sobre as condições de suas águas no período anterior à chegada na foz. Com vistas à avaliação da influência da sazonalidade nos resultados dos parâmetros de qualidade de águas costeiras, os conjuntos de dados foram divididos em "período seco" e "período chuvoso". Na região, o período chuvoso ocorre, normalmente, entre outubro e março, e o período seco, entre abril e setembro (IGAM, 2016).

Os parâmetros utilizados nessa caracterização foram aqueles considerados importantes para a avaliação da qualidade ambiental, como pH e oxigênio dissolvido, bem como parâmetros que, além de avaliar o ambiente qualitativamente, permitem identificar a influência de ambientes continentais ou oceânicos, como temperatura, salinidade, sólidos suspensos totais, turbidez, nutrientes e elementos como ferro e fósforo total. Outros parâmetros foram inseridos neste estudo por fazerem parte da composição do rejeito derramado ou por possuírem limites definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (ex.: alumínio dissolvido). Convém destacar que as águas da região estuarina em estudo não possuem enquadramento definido, desse modo, os limites da Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salobras foram utilizados a título de comparação.

Os dados obtidos no banco de dados da ANA representam as condições na região urbana de Linhares. Conforme pode ser observado na Figura 143, não foram encontradas referências sobre a influência da salinidade ou das marés até esse ponto do rio Doce, não sendo possível a determinação do limite de montante do estuário. Dessa maneira, devido à diferença de altitude entre esse local e a foz, os dados do banco de dados da ANA serão encarados como as condições da qualidade das águas que entra no estuário, ainda considerados como águas doces e comparados com os limites estabelecidos para a Classe 2 da Resolução CONAMA Nº 357/2005 para águas doces.

Os parâmetros foram avaliados considerando seu comportamento entre períodos seco e chuvoso, permitindo, assim, comparar épocas do ano com diferentes graus de influência de aportes continentais.

3.1.2.3 Resultados

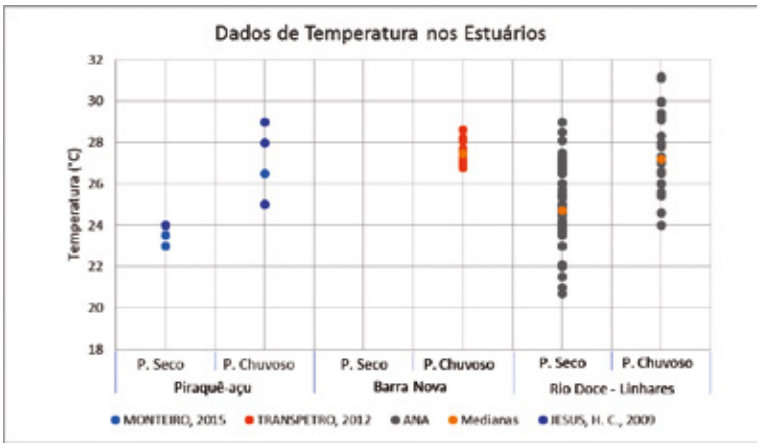
Nesta seção serão apresentados os dados da pesquisa bibliográfica realizada, que englobaram, dentro da área de estudo definida, os estuários do rio Doce, rio Piraquê-Açu e de Barra Nova. Apesar da busca de referências realizada, não foram encontrados dados específicos de qualidade de água pretéritos ao desastre para a lagoa Monsarás.

3.1.2.3.1 Temperatura e salinidade

No estuário do rio Piraquê-Açu, as temperaturas registradas no período chuvoso variaram entre 25 e 29 °C, enquanto no período seco foram mais baixas, entre 23 e 24 °C (Figura 144). No estuário de Barra Nova, obtiveram-se dados apenas para o período chuvoso, que apresentaram uma variação de temperatura entre 26,5 e 29 °C e uma mediana de, aproximadamente, 27 °C.

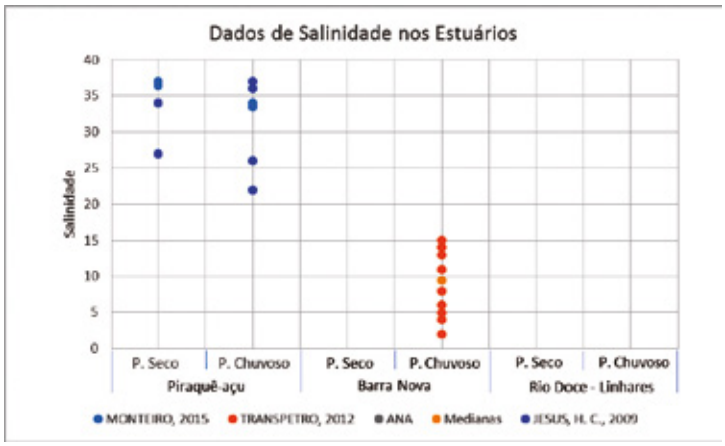
Para o parâmetro temperatura, no estuário do rio Doce, foram encontrados dados apenas na localidade de Linhares, que representa as condições do rio Doce logo na chegada do estuário. Nesse ponto, as temperaturas variaram entre 20 e 29 °C no período seco (mediana de, aproximadamente, 25 °C) e 24 e 31 °C no período chuvoso (mediana de, aproximadamente, 27 °C).

Figura 144 – Valores de temperatura (°C) verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.



Os valores de salinidade registrados no estuário do rio Piraquê-Açu por Monteiro (2015) e Jesus et al. (2009) apresentaram salinidade mais elevada no período chuvoso do que no período seco, o que pode ser esperado devido a um maior aporte continental no período de chuvas. De qualquer maneira, em ambos os períodos a maior parte dos dados apresentou valores de salinidade acima de 20, mostrando uma forte influência marinha nos pontos amostrados nesse estuário (Figura **145**). No estuário de Barra Nova, as salinidades variaram entre 2 e 15, no período chuvoso, evidenciando uma menor influência marinha nesse estuário em comparação com o estuário do rio Piraquê-Açu. Não foram encontrados dados de salinidades pretéritos ao desastre para o estuário do rio Doce.

Figura 145 – Valores de salinidade verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

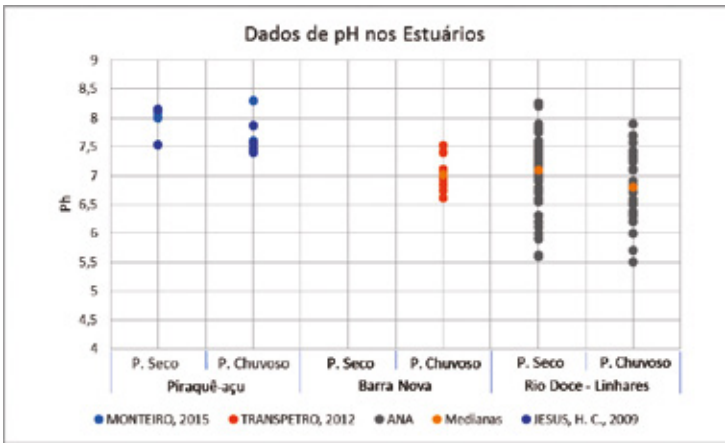


3.1.2.3.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

No estuário do rio Piraquê-Açu, não foi possível identificar diferenças significativas nos dados de pH entre os períodos seco e chuvoso (Figura 146). Em ambos os períodos, os dados variaram entre 7 e 8, estando dentro dos limites da Classe 1 para águas salobras da Resolução CONAMA nº 357/2005. Os dados obtidos para o estuário de Barra Nova também apresentaram valores dentro da faixa estabelecida para Classe 1 águas salobras da resolução citada, variando entre 6,5 e 8,5.

Na região do rio Doce, observou-se uma grande amplitude de valores de pH, variando de 5,5 até próximo de 8,5, com mediana em 7,1 no período seco e em 6,8 no período chuvoso. Para águas doces, os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 são de valores de pH entre 6 e 9 para a Classe 1, de forma que alguns resultados obtidos no rio Doce apresentaram valores de pH inferiores ao definido pela legislação.

Figura 146 – Valores de pH verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

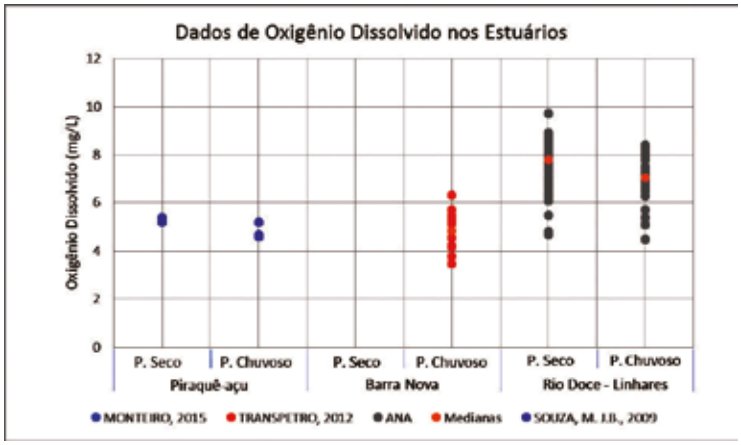


3.1.2.3.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os resultados de oxigênio dissolvido nos dados obtidos para o estuário do rio Piraquê-Açu variaram entre 4,6 e 5,2 mg/L no período chuvoso e entre 5,1 e 5,4 no período seco (Figura 147). No Piraquê-Açu apenas os dados do período chuvoso apresentaram valores inferiores aos limites da Classe 1 para águas salobras. Quanto aos dados do estuário de Barra Nova, a variação encontrada teve uma amplitude significativa, variando entre 3 e 6,3 mg/L, sendo que a mediana desses dados apresentou um valor de 4,85. Os dados de Barra Nova evidenciam uma menor disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas nesse estuário no momento da amostragem.

Os dados da ANA para a estação de monitoramento do rio Doce apresentaram uma variação entre 4,3 e 10 mg/L, com mediana mais elevada no período seco, sendo que, tanto no período seco quanto no chuvoso, as medianas verificadas no rio Doce apresentaram valores acima de 5 mg/L, valor limite da Classe 2 para águas doces da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Figura 147 – Valores de oxigênio dissolvido verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.



3.1.2.3.4 Demanda bioquímica de oxigênio

Para os estuários do rio Piraquê-Açu e de Barra Nova, não foram encontrados dados referentes ao parâmetro DBO, já para o rio Doce, foram obtidos dados apenas para a região próximo ao centro urbano de Linhares.

Os dados na entrada do estuário do rio Doce apresentaram valores que variaram desde 0 até quase 12 mg/L no período chuvoso e até quase 8 mg/L no período seco (Figura 148). A mediana dos dados no período seco foi de 2 mg/L e no período chuvoso de, aproximadamente, 3 mg/L, em ambos os períodos a mediana esteve abaixo dos limites da Classe 2 para águas doces, entretanto uma quantidade considerável dos dados apresentou valores acima de 5 mg/L (Classe 2), o que pode estar relacionado com uma possível influência do centro urbano de Linhares na qualidade das águas do rio Doce nesse trecho.

Ressalta-se que o protocolo da análise de DBO é bem definido para águas doces e efluentes, porém é insatisfatório para águas salinas e salobras, uma vez que a maior parte da matéria orgânica dissolvida é resistente à oxidação microbiana (OGAWA et al., 2001; SIMON et al., 2011), de forma que esse parâmetro se mostrou pouco eficiente para avaliar efeitos antrópicos no ambiente marinho.

Figura 148 – Valores de demanda bioquímica de oxigênio verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

3.1.2.3.5 Sólidos suspensos totais e turbidez

Com relação ao parâmetro Sólidos Suspensos Totais (SSTs) para o estuário do rio Piraquê-Açu, apenas os dados de Monteiro (2015) apresentaram valores para esse parâmetro. As concentrações de SSTs apresentaram valores bastante similares no período seco, e no período chuvoso estando na faixa entre 20 e 35 mg/L em ambos os períodos. Para o estuário de Barra Nova, não foram encontrados dados para o parâmetro SSTs.

Com relação aos pontos localizados no rio Doce, os valores de SSTs alcançaram a concentração de 538,22 mg/L no período chuvoso, período este cuja mediana foi de 150 mg/L. Já no período seco os valores foram mais baixos, tanto o máximo quanto a mediana, ficando em 39,7 mg/L.

Para o parâmetro turbidez, o estuário do rio Piraquê-Açu apresenta dados com baixos níveis de turbidez que variam entre 9 e 13 NTU, não apresentando variações significativas entre os períodos de seca e chuva. Para o estuário de Barra Nova, não foram encontrados dados de turbidez. Para fins de comparação, não existem limites para o parâmetro turbidez definidos para águas salobras na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para os dados da ANA do rio Doce, a turbidez variou de zero a 480 UNT, sendo que, apesar do maior valor ter sido verificado no período seco, a maior mediana ocorreu no período chuvoso, indicando um padrão de maior turbidez nesse último período. Os níveis de turbidez são classificados na Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces, e os valores verificados no rio Doce alcançaram valores superiores ao estabelecido para a Classe 2 (até 100 UNT) nos períodos seco e chuvoso, no entanto a mediana do período seco apresentou-se mais baixa.

Figura 149 – Valores de sólidos suspensos totais verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

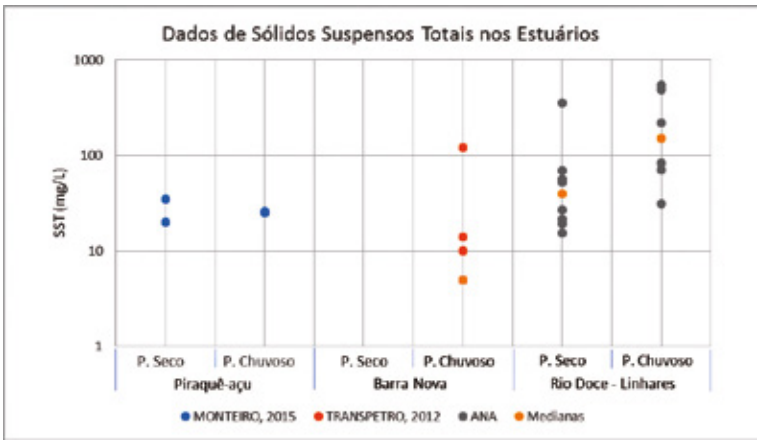
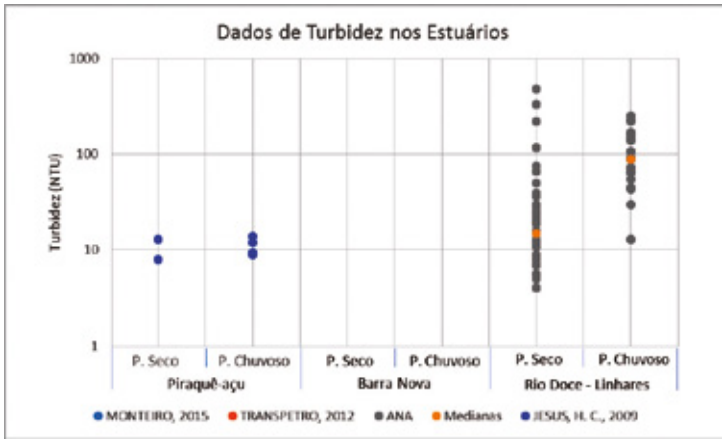


Figura 150 – Valores de turbidez verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.



Quanto ao material particulado em suspensão, vale ressaltar que estudos realizados por Leão (1982), Leão e Ginsburg (1997) e Leão et al. (2006) mostraram que o material particulado em suspensão, que vem a se depositar na região dos recifes de Abrolhos, é constituído por, aproximadamente, 70% de duas principais fontes: sedimento de aporte dos rios continentais que são transportados pela correntes marítimas e sedimento retrabalhado através da erosão dos afloramentos de recife. Ainda, Dutra et al. (2006) mostraram que a deposição de sedimentos mais finos é mais alta nos recifes mais próximos à costa, o que pode indicar uma maior influência do aporte continental nos recifes mais próximos à costa.

3.1.2.3.6 Nutrientes

No estuário do rio Piraquê-Açu, foram encontrados dados para os parâmetros nitrito (Figura 153) e fosfato. Os valores de nitrito foram mais altos no período chuvoso (em torno de 0,09 mg/L) do que no período seco (aproximadamente 0,02 mg/L), porém em ambas as estações todos os dados obtidos apresentaram valores abaixo do limite estabelecido para Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salobras. Segundo os dados apresentados por Jesus et al. (2009), as concentrações de fosfato ficaram em torno de 0,019 mg/L em ambos os períodos hidrológicos, estando abaixo dos níveis para Classe 1 águas salobras definidos para o parâmetro polifosfatos (0,0465 mg/L).

No estuário de Barra Nova, foram obtidos dados para os nutrientes nitrato (Figura **152**), nitrito (Figura 153) e fósforo total (Figura **154**), todos para o período chuvoso. Os valores de nitrato variaram entre 0,05 e 0,15 mg/L, apresentando uma mediana de 0,05 mg/L. Já os valores de nitrito variaram entre 0,006 e 0,11 mg/L, apresentando uma mediana de 0,02 mg/L. O parâmetro fósforo total apresentou valores variando entre 0,025 e 0,08 mg/L e uma mediana de 0,025 mg/L. Todos os dados de nutrientes do estuário de Barra Nova apresentaram valores dentro dos limites da Classe 1 para águas salobras da resolução citada.

Para o estuário do rio Doce, foram obtidos os dados de nutrientes no período pré-desastre do banco de dados da ANA, apresentados na Figura 151 até a Figura **154**, representando as condições de chegada das águas à foz do rio Doce. Para os dados mais próximos à foz, representando as condições do estuário, foram obtidos apenas os dados coletados pela UFES (2017), entretanto as amostras que geraram esses dados foram coletadas 3 e 1 dia antes da chegada da lama à foz. Segundo a CPRM (2016), a chegada da onda de cheias à foz originada pelo desastre ocorreu no dia 11 de novembro

de 2015, dessa maneira os dados avaliados podem já apresentar alterações causadas pelo desastre. Devido à falta de dados na região estuarina, optou-se por utilizar esses dados para caracterização das condições das águas na proximidade da foz do rio Doce, que podem ser visualizados na Tabela 32.

Tabela 32 – Concentrações de nutrientes na zona estuarina nas amostras coletas 3 e 1 dia antes da chegada da pluma de rejeitos.

Local	Parâmetro Estatístico	Fosfato	Nitrito	Nitrato	N-amoniacal	Silício
Foz do rio Doce	Mín. – Máx.	0,08 – 0,11	0,05 – 0,33	5,56 – 50,69	1,43 – 9,07	16,28 – 175,47
	Média	0,09	0,22	32,46	4,76	62,42
	Mediana	0,08	0,25	39,43	4,41	55,5
	DP	0,01	0,11	15,56	2,2	42,49

Para o parâmetro nitrogênio amoniacal, os dados da ANA apresentaram valores de até, aproximadamente, 0,5 mg/L, entretanto a grande maioria dos dados apresentou concentrações bem mais baixas, o que pode ser visualizado pela mediana que apresentou um valor de 0,2 mg/L, tanto no período seco quanto no período chuvoso, não sendo possível identificar diferenças significativas nos dados entre os dois períodos. Também não foi possível identificar diferenças significativas nos dados de nitrato e nitrito, que apresentaram valores máximos de 1 e 0,28 mg/L e medianas de, aproximadamente, 0,3 e 0,27 mg/L, respectivamente.

Para a região estuarina mais próxima à foz do rio Doce, não foram encontrados dados de nutrientes pretéritos à chegada da onda de cheias (11 de novembro de 2015).

Figura 151 – Valores de nitrogênio amoniacal verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

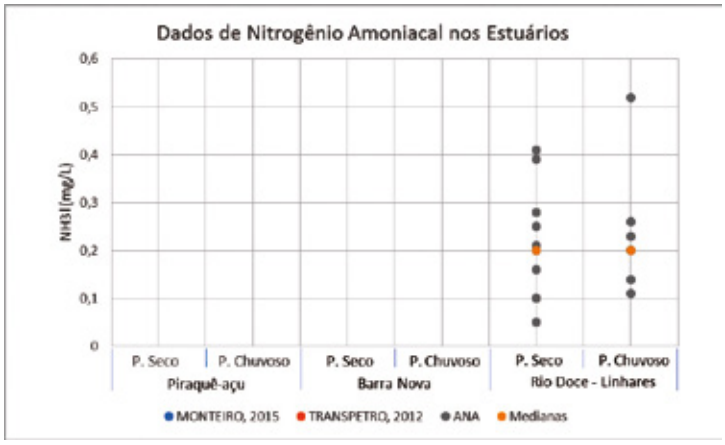


Figura 152 – Valores de nitrato verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

Figura 153 – Valores de nitrito verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.

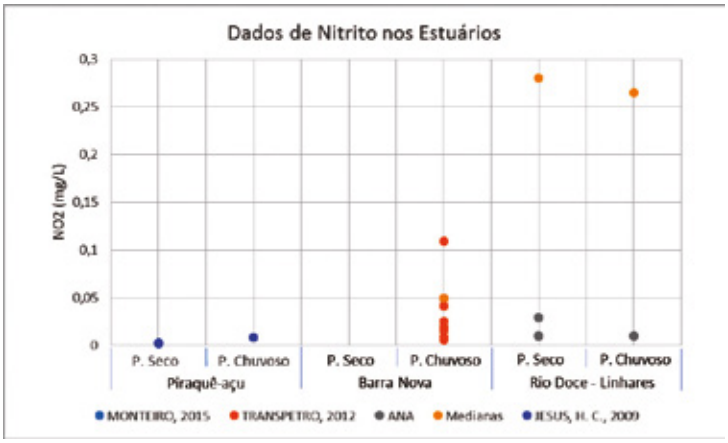
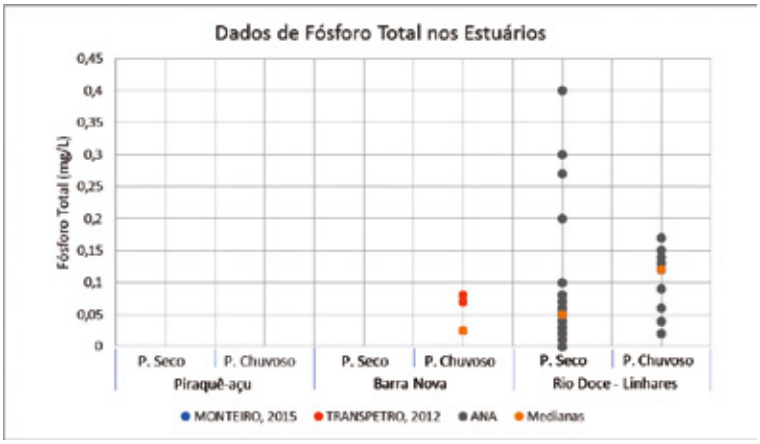


Figura 154 – Valores de fósforo total verificados nos estudos realizados nos estuários em estudo.



3.1.2.3.7 Metais

Não foram encontrados dados de metais dissolvidos ou brutos para os estuários do rio Piraquê-Açu e de Barra Nova.

Para o estuário do rio Doce, foram obtidos os dados de metais totais no período pré-desastre do banco de dados da ANA, apresentados na Tabela 33, representando as condições de chegada das águas à foz do rio Doce. Para os dados mais próximos à foz, representando as condições do estuário, foram obtidos os dados coletados pela UFES (2017), coletados 12 e 10 dias antes da chegada da pluma de sedimentos à foz do rio Doce. Importante salientar que esses dados foram coletados também anteriormente à chegada na foz da onda de cheias ocasionada pelo desastre, que ocorreu no dia no dia 11 de novembro de 2015 (CPRM, 2016).

O banco de dados da ANA compreende os períodos seco e chuvoso para os metais ferro total, zinco total, chumbo total, cádmio total, mercúrio total, e apenas para o período chuvoso os seguintes metais: cobre total, ferro total, manganês total, zinco total, chumbo total, cádmio total, mercúrio total, alumínio total, arsênio total, bário total e níquel total. Na Tabela 33, são apresentadas as medianas, médias e máximas dos valores do banco de dados para os metais que apresentaram mais do que cinco (5) valores, o restante dos metais apresentou apenas um valor no banco de dados, os quais estão expressos na Tabela **34**. Em relação aos valores orientadores da Resolução CONAMA nº 357/2005, apenas os parâmetros chumbo total e arsênio total apresentaram valores que superaram os limites estabelecidos para águas doces Classe 2.

Tabela 33 – Mediana, média e máximo em mg/L para metais que apresentaram mais de 5 valores no banco de dados da ANA.

Parâmetro	Mediana		Média		Máximo		Classe 2 Águas Doces - CONAMA 357
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	
FERRO TOTAL (mg/L)	5,6	0,75	6,05	0,754	9,5	2	-
ZINCO TOTAL (mg/L)	0,03	0,01	0,03	0,0111	0,04	0,02	0,18
CHUMBO TOTAL (mg/L)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
MERCÚRIO TOTAL (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0002

Tabela 34 – Concentração mg/L para metais que apresentaram apenas um valor no banco de dados da ANA.

Parâmetro	Concentração (mg/L)	Classe 2 Águas Doces - CONAMA 357
COBRE TOTAL (mg/L)	ND	-
MANGANÊS TOTAL (mg/L)	0,08	0,1
CÁDMIO TOTAL (mg/L)	ND	0,001
ALUMÍNIO TOTAL (mg/L)	0,37	-
ARSÊNIO TOTAL (mg/L)	0,01	0,01
BÁRIO TOTAL (mg/L)	0,05	0,7
NÍQUEL TOTAL (mg/L)	ND	0,025

As amostras da região estuarina do rio Doce, por terem sido coletadas com diversos dias de antecedência à presença dos rejeitos da mineração, possuem importante papel na caracterização da variação da concentração de metais na água estuarina. Na Tabela 35, são apresentadas as concentrações médias de metais dissolvidos e totais das amostras coletadas 12 e 10 dias antes da chegada da pluma de rejeitos à foz do rio Doce, as amostras em vermelho indicam os valores acima dos limites da Classe 1 para águas estuarinas. Para a fração dissolvida, apenas o parâmetro cobre dissolvido apresentou média (0,01533 mg/L e 0,01567 mg/L, 12 e 10 dias antes, respectivamente) acima do limite da Classe 1 para águas salobras (0,005 mg/L). Para a fração total, nas amostras coletadas 12 dias antes da chegada da pluma, os parâmetros cromo total, arsênio total e selênio total apresentaram concentrações acima dos limites da Classe 1 para águas salobras; nas coletas 10 dias antes os mesmos parâmetros apresentaram concentrações superiores a esse limite com a adição do manganês total.

Tabela 35 – Concentração média (mg/L) para o total e as fração dissolvida de Alumínio (Al), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Vanádio (V), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba), Selênio (Se), Prata (Ag) e Chumbo (Pb) na região estuarina do Rio Doce antes da chegada da pluma de sedimentos. Dados em vermelho identificam valores acima do limite da Classe 1 para águas salobras da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Parâmetro	12 dias antes da chegada da pluma		10 dias antes da chegada da pluma	
	Fração dissolvida	Fração Total	Fração Dissolvida	Fração Total
Al	0,05667	0,59281	0,054	0,7687
V	0,01475	0,01831	0,01592	0,02624
Cr	0,01567	0,12393	0,014	0,18975
Mn	0,02867	0,07734	0,01133	0,17741
Fe	0,00833	0,1616	0,00633	0,42415
Ni	0,00533	0,00521	0,00633	0,01041
Cu	0,01533	0,02143	0,01567	0,05631
Zn	0,05767	0,02399	0,052	0,0197
As	0,00833	0,01476	0,00933	0,03048
Se	0,059	0,05627	0,06367	0,15723
Ag	0,00533	<LQ	0,001	<LQ
Cd	0,00833	<LQ	0,004	<LQ
Ba	0,054	0,06094	0,05	0,06581
Pb	0,02567	0,0001	0,02133	0,0001

Além de metais dissolvido e totais na água, a UFES (2017) também analisou dias antes da chegada da pluma de sedimentos as concentrações de metais no material particulado transportado pelo rio Doce. Na Tabela **36**, são apresentadas as concentrações obtidas no material particulado, onde pode ser visualizado que os metais mais dominantes no particulado analisado, em ambas as amostragens, foram na seguinte ordem: Fe> Al> Mn> Ba> Pb> Cr> V> Zn> Ni> Cu> As> Se> Be> Co> Ag> Cd> U.

Tabela 36 – Concentração média (mg / kg) de Berílio (Be) Alumínio (Al), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Vanádio (V), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba), Selênio (Se), Prata (Ag) e Chumbo (Pb) no material particulado em suspensão da região estuarina do Rio Doce.

Parâmetro	Concentração (mg/kg)	
	12 Dias	10 Dias
Be	0,75	0,75
Al	2358,61	2356,75
V	3,67	3,97
Cr	4	3,93
Mn	178,43	186,6
Fe	3881,49	4023,92
Co	0,64	0,58
Ni	1,89	1,98
Cu	1,46	1,95
Zn	2,11	2,41
As	1,23	1,29
Se	0,98	0,88
Ag	0,3	0,26
Cd	0,14	0,15
Ba	12,43	13,87
Pb	10,1	9,88
U	0,09	0,08

3.1.3 FITOPLÂNCTON

Ambientes estuarinos apresentam elevada produtividade primária, muitas vezes superior à do rio e oceano adjacente, devido à hidrodinâmica do sistema que acarreta retenção de nutrientes, algas e plantas (MIRANDA; CASTRO; KJERFVE, 2002). A comunidade fitoplanctônica presente em regiões estuarinas tem seu crescimento e composição regulados, principalmente pela salinidade e turbidez da água, além de luz, temperatura, nutrientes e herbivoria. Em certos períodos, a ação das marés, ondas ou ventos ocasiona a ressuspensão de partículas sedimentadas, elevando a turbidez do sistema e prejudicando o processo fotossintético dos organismos fotoautotróficos (LANCELOT; MUYLAERT, 2011). Grande parte das microalgas dulcícolas não resiste à variação de salinidade presente no ambiente salobro, sendo a maioria das espécies encontrada nos estuários, endêmicas ou derivadas de ambientes marinhos próximos (KETCHUM, 1983).

3.1.3.1 Área de abrangência

A área de abrangência foi definida como a região costeira do estado do Espírito Santo.

3.1.3.2 Metodologia

Busca por informações sobre o fitoplâncton de áreas estuarinas e lagunas, anteriores ao rompimento da barragem de Fundão ocorrido em 5 de novembro de 2015, foi realizada em diversas bases

de dados. Dados presentes em trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações científicas e relatórios de pesquisas foram considerados, tais como:

- Cruz (2004): coletas quali e quantitativas mensais, em oito estações de coleta nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, de abril a setembro/2003.
- Cunha (2004): coletas qualitativas e quantitativas mensais, na superfície, em quatro estações de coleta nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, de abril a setembro/2003.
- Schaeffer (2005): coletas bimestrais de amostras quali/quantitativas (superfície e fundo) e clorofila-a, em quatro estações de coleta nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, de agosto/2003 a fevereiro/2004.
- Bertoldi (2013): coleta de amostras para clorofila-a em 18 estações amostrais localizadas nos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, no outono (março/2011) e primavera (setembro-outubro/2011).
- IEMA (2014): coletas quali e quantitativas em dez estações de amostragem no rio São Mateus, em janeiro e abril/2012 e julho e setembro/2013.

Os estudos de Pereira (1983), Figueiredo (2000), Dias Júnior (1999), Dias Jr. et al. (2000, 2002) e Lucas (2002) sobre o fitoplâncton da baía de Vitória/ES, Resende (1992) para o litoral de Aracruz, e de Coradini (2003) para o estuário de Barra Nova/ES não foram encontrados diretamente. Resultados obtidos por alguns desses autores foram extraídos de Cruz (2004).

3.1.3.3 Resultados

Não foram encontrados dados sobre a comunidade fitoplanctônica da porção estuarina do rio Doce e da laguna Monsarás. Análises ecológicas sobre o fitoplâncton do estuário da baía de Vitória revelaram dominância de formas nanoplanctônicas e predomínio de clorofíceas, diversidade específica de 0,8 a 4,0 bits/ind., densidade máxima de 1.048 ind/mL, concentração de clorofila-a variando de 1,3 a 23,2 µg/L e baixos valores de feofitina (0,90 µg/L) (DIAS JR., 2002; FIGUEIREDO, 2000; LUCAS, 2002 apud CRUZ, 2004).

Para o estuário de Barra Nova/São Mateus, Coradini (2003 apud CRUZ, 2004) encontrou uma comunidade predominantemente composta por diatomáceas (95 táxons), além de clorofíceas e cianobactérias. Resultado semelhante foi obtido recentemente no plano de manejo da APA de Conceição da Barra (IEMA, 2014). A comunidade fitoplanctônica do estuário do rio São Mateus foi representada por 44 espécies (sem listagem), sendo o grupo das diatomáceas o mais diverso (22 táxons) e abundante, chegando a representar 74% do fitoplâncton total devido à predominância de *Skeletonema* sp. Densidades mais elevadas foram registradas no outono e inverno, com máxima de 6.832 ind/mL.

Cruz (2004), Cunha (2004) e Schaeffer (2005) realizaram a análise do fitoplâncton no trecho final dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, e constataram que as classes *Chlorophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* e os fitoflagelados foram os mais representativos nas amostras. Os autores registraram até 332 táxons, determinados principalmente em nível genérico (Tabela 37). O rio Piraquê-Açu apresentou densidade variando de 35 a 1.883 ind/mL, diversidade máxima de 3,76 bits/ind. e valores de clorofila-a de 0 a 12,7 µg/L. Enquanto que, no rio Piraquê-Mirim, a densidade variou de 91 a 1.292 ind/mL, a diversidade 0,21 a 4,31 bits/ind. e clorofila-a de 0 a 35,4 µg/L (CRUZ, 2004).

Bertoldi (2013) avaliou a variação espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim. A concentração de clorofila-a chegou a 45 µm/L em maré baixa e 30 µm/L em maré alta. Os valores mais baixos de clorofila-a registrados no outono foram relacionados ao aumento da precipitação e turbidez da água neste período.

Tabela 37 – Espécies encontradas no fitoplâncton dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim/ES no período pré-desastre.

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
BACILLARIOPHYCEAE (Diatomáceas)		
Achnantes exigua Grunow		X
Amphiprora paludosa W. Smith	X	x
Asterionella japonica Cleve	X	X
Bacteriastrum delicatulum Cleve	X	X
Bellerochea malleus Brightwell	X	X
Campylodiscus clypeus Ehrenberg	x	X
Centrales sp1		X
Centrales sp2		X
Centrales sp3	X	X
Centrales sp4	X	X
Centrales sp5	X	X
Centrales sp6		X
Centrales sp7	X	
Cerataulina pelagica Cleve (Handey)	X	X
Chaetoceros affinis Lauder	X	X
Chaetoceros atlanticus Cleve	x	X
Chaetoceros brevis Schütt	X	
Chaetoceros costatus Pavillard	X	
Chaetoceros cf *curvisetus* Cleve	x	X
Chaetoceros diadema Gayana		X
Chaetoceros didymus Grunow	X	X
Chaetoceros lorenzianus Grunow	x	X
Chaetoceros mitra (Bailey) Cleve	X	
Chaetoceros subtilis Cleve	X	X
Chaetoceros teres Cleve	x	X
Chaetoceros sp1	X	
Chaetoceros sp2	x	X
Chaetoceros sp3	X	
Chaetoceros sp4	X	
Chaetoceros sp5	X	
Chaetoceros sp6	x	X
Chaetoceros sp7	X	
Chaetoceros sp8	X	
Chaetoceros sp9	X	
Chaetoceros sp10	X	

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Chaetoceros sp11	X	
Chaetoceros sp12	X	
Chaetoceros sp13		X
Climacodium sp	x	X
Cocconeis placentula (Ehrenberg) Cleve	X	
Cocconeis sp	X	
Coscinodiscus centralis Ehrenberg	X	X
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg	X	X
Coscinodiscus sp	X	X
Cymbella sp1	X	X
Cymbella sp2	X	X
Cymbella sp3	X	X
Cymbella sp4	x	X
Cymbella sp5	X	
Cymbella sp6		X
Cymbella sp7	X	
Diploneis sp1	x	X
Diploneis sp2	X	
Diploneis sp3	x	X
Diploneis sp4		X
Ditylum brightwelli (West) Grunow	x	x
Eunotia sp	x	X
Frustulia sp		X
Frustulia sp2	X	x
Frustulia sp3	X	
Grammatophora marina (Lyngby) Kutzing	x	X
Grammatophora oceanica Ehrenberg	x	X
Grammatophora hamulifera Kutzing	X	
Guinardia delicatula Botes	x	X
Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo	X	
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Cleve	X	X
Gyrosigma fasciola (Ehrenberg) Cleve	x	X
Gyrosigma sp1		X
Gyrosigma sp2	X	X
Gyrosigma sp3	X	x
Gyrosigma sp4	X	
Gyrosigma sp5	x	X
Isthmia enereis Ehrenberg		X
Lauderia borealis Gran		X
Lichmophora sp	x	X
Melosira nummuloides (Dillwyn) Agardh	X	
Melosira spaerica	x	X
Melosira sulcata (Ehrenberg) Kützing	X	

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Melosira sp1	X	X
Melosira sp2	X	X
Melosira sp3	X	X
Navicula cuspidata	x	
Navicula didyma	X	
Navicula f. *delicatula* Heimdal	X	X
Navicula gregaria Donkin	X	X
Navicula radiosa	X	X
Navicula sp1	X	X
Navicula sp2	X	X
Navicula sp3	X	X
Navicula sp4	X	X
Navicula sp5	X	X
Navicula sp6	x	X
Navicula sp7	X	
Navicula sp8	x	X
Navicula sp9		X
Navicula sp10	X	
Navicula sp11		X
Navicula sp12		X
Navicula sp13	X	x
Navicula sp14		X
Navicula sp15		X
Navicula sp16	X	x
Navicula sp17		X
Navicula sp18		X
Navicula sp19		X
Navicula sp20		X
Navicula sp21	X	x
Navicula sp22		X
Navicula sp23	X	X
Navicula sp24	X	x
Navicula sp25		X
Navicula sp26	X	
Navicula sp27	X	
Nitzschia acicularis W. Smith	x	X
Nitzschia closterium Ehrenberg	X	X
Nitzschia delicatissima Gran	X	X
Nitzschia longissima (Brebisson) Ralfs	X	x
Nitzschia obtusa Wm. Smith	X	
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith	X	X
Nitzschia sp1	x	X
Nitzschia sp2		X

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Nitzschia sp3		X
Nitzschia sp4		X
Nitzschia sp5	X	X
Nitzschia sp6	X	X
Nitzschia sp7	X	X
Nitzschia sp8	X	X
Nitzschia sp9	x	X
Nitzschia sp10		X
Nitzschia sp11	X	x
Nitzschia sp12	X	
Nitzschia sp13	X	
Nitzschia sp14	X	
Nitzschia sp15	X	
Odontella hidens	X	
Odontella mobiliensis (Bailey) Grunow	X	X
Odontella pulchela Gray.	x	X
Odontella regia (Schultze) Simonsen	X	X
Odontella sinensis (Grev.) Grunow	X	X
Odontella tridens Ehrenberg	X	X
Pennales sp1	X	
Pennales sp2		X
Pennales sp3	X	x
Pennales sp4	X	
Pennales sp5	x	X
Pennales sp6		X
Pennales sp7	X	x
Pennales sp8	X	
Pinnularia sp9	X	
Pinnularia sp10	X	X
Pinnularia sp11	X	X
Pleurosigma angulatum (Quekett) Wm. Smith	X	
Pleurosigma balticum	X	
Pinnularia distans W. Smith	X	
Pleurosigma formosum W. Smith	X	X
Pleurosigma elogatum W. Smith	x	X
Pleurosigma normanii Ralfs	X	
Pleurosigma sp1	X	
Pleurosigma sp2	X	X
Pleurosigma sp3	x	X
Pleurosigma sp4		X
Pleurosigma sp5	x	X
Pleurosigma sp6	X	X
Pleurosigma sp7		X

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Pleurosigma sp8	X	X
Pleurosigma sp9	X	X
Pleurosigma sp10	X	
Pleurosigma sp11	X	
Pleurosigma sp12	x	X
Pseudo-nitzschia paradoxa	X	X
Pseudo-nitzschia seriata Cleve	X	X
Pseudo-nitzschia sp2	X	x
Rhabdonema adriaticum Kützing		X
Rhizosolenia alata (Brightwell) Sundströn	X	x
Rhizosolenia calcar-avis Schultatuze		X
Rhizosolenia imbricata Braightwerl	X	X
Rhizosolenia borealis Sundström	X	X
Rhizosolenia sp	X	X
Sellaphora sp	X	x
Stauroneis sp		X
Stauroneis sp2	X	X
Stenopterobia intermedia Lewis	X	X
Stephanopyxs turris Ehrenberg	X	
Surirella elegans Ehrenberg	x	X
Surirella fastuosa Ehrenberg	X	X
Surirella ovata Kützing	X	x
Surirella striatula Turpin	X	
Surirella sp1	x	X
Surirella sp2		X
Surirella sp3	X	
Surirella sp4	x	X
Surirella sp5		X
Surirella sp6	x	
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg	X	X
Tabellaria fenestrata (Lyngbye) Kützing	X	x
Terpsinoe musica Ehrenberg		X
Thalassionema nitzschioides Grunow	X	x
Thalassiosira decipiens Grunow	X	
Thalassiosira punctigera (Castracane) Hasle	X	X
Thalassiothrix frauenfeldii (Grunow) Grunow	x	X
Triceratium antideluvianum (Ehrenberg) Grunow	X	
CHLOROPHYCEAE		
Chlorella sp1	X	X
Chlorella sp2	X	X
Chlorella sp3	X	X
Chlorella sp5	X	X
Chlorella sp6	X	X
Chlorella sp7	X	X

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Chlorella sp8	x	
Chlorococcales sp1	X	X
Chlorococcales sp2	X	X
Chlorococcales sp3	X	X
Chlorococcales sp4	x	X
Chlorococcales sp5	x	
Chlorophyceae 1	x	
Chlorophyceae 2		X
Chlorophyceae 3	X	x
Chlorophyceae 4		X
Chlorophyceae 5	X	x
Chlorophyceae 6	x	X
Chlorophyceae 7		X
Chlorophyceae 8	X	
Chlorophyceae 9	X	
Chlorophyceae 10	X	
Chlorophyceae 11	x	X
Chlorophyceae 12		X
Chlorophyceae 13		X
Chlorophyceae 14		X
Chlorophyceae 15		X
Chlorophyceae 16	X	
Chlorophyceae 17	X	
Cosmarium sp1	X	
Cosmarium sp2	X	X
Cosmarium sp3	x	X
Cosmarium sp4	X	
Cosmarium sp5		X
Crucigenia quadrata Morren	X	x
Crucigenia sp		X
Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle	X	X
Kirchneriella sp1	X	x
Kirchneriella sp2	X	
CYANOPHYCEAE		
Chroococcus sp	x	X
Cyanophyceae 1	X	
Cyanophyceae 2	X	X
Cyanophyceae 3	x	X
Cyanophyceae 4		X
Cyanophyceae 5	X	
Cyanophyceae 6	X	
Cyanophyceae 7	X	X
Lyngbya sp	X	X
Oscillatoria sp1	X	

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Oscillatoria sp2	x	X
Oscillatoria sp3	X	
Spirulina sp	X	
Synecoccus sp	X	X
Synecocystis sp	x	X
DINOPHYCEAE		
Ceratium furca Ehrenberg	X	x
Ceratium fusus (Ehrenberg) Dujardin	X	
Ceratium trichoceros (Ehrenberg) Kofoid	X	
Dinophysis caudata Saville-Kent	X	X
Gonyaulax sp	X	X
Gonyaulax spinifera Balech	X	X
Gymnodinium sp	X	X
Heterodinium murrayi Balech	X	X
Podolampas sp	X	X
Prorocentrum gracile Schütt	X	X
Prorocentrum micans Ehrenberg	X	X
Prorocentrum sp		X
Protoperidinium divergens (Ehrenberg) Balech	X	x
Protoperidinium pentagonun (Gran) Balech	x	X
Protoperidinium ovatum Pouchet	X	
Protoperidinium cerasus		X
Protoperidinium sp1		X
Protoperidinium sp2	X	X
Protoperidinium sp3	X	x
Protoperidinium sp4	X	
DYCTIOCHOPHYCEAE		
Dictyocha sp	X	x
ZYGNEMAPHYCEAE		
Staurastrum sp		X
FITOFLAGELADOS		
Fitoflagelado sp1	x	X
Fitoflagelado sp2	X	
Fitoflagelado sp3	X	X
Fitoflagelado sp4	x	X
Fitoflagelado sp5	X	
Fitoflagelado sp6	X	X
Fitoflagelado sp7	X	X
Fitoflagelado sp8	X	X
Fitoflagelado sp9	X	
Fitoflagelado sp10	x	X
Fitoflagelado sp11		X
Fitoflagelado sp12	X	X

Táxons	Piraquê-Mirim	Piraquê-Açu
Fitoflagelado sp13		X
Fitoflagelado sp14		X
Fitoflagelado sp15	X	X
Fitoflagelado sp16	X	X
Fitoflagelado sp17	X	x
Fitoflagelado sp18	X	
Fitoflagelado sp19	X	
Fitoflagelado sp20	X	
Fitoflagelado sp21	X	
Fitoflagelado sp22	x	X
Fitoflagelado sp23	X	
Fitoflagelado sp24	X	
Fitoflagelado sp25	X	
Fitoflagelado sp26		X
Fitoflagelado sp27	X	x
Fitoflagelado sp28		X
Fitoflagelado sp29	X	x
Fitoflagelado sp30		X
Fitoflagelado sp31	X	X
Fitoflagelado sp32	X	x
Fitoflagelado sp33	X	
Fitoflagelado sp34		X
Fitoflagelado sp35	X	X
Fitoflagelado sp36	X	X
Fitoflagelado sp37	X	X
Fitoflagelado sp38	X	X
Fitoflagelado sp39	X	X
Fitoflagelado sp40	x	X
Fitoflagelado sp41		X
Fitoflagelado sp42		X
Fitoflagelado sp43	X	x
Fitoflagelado sp44	X	
Fitoflagelado sp45	X	
Fitoflagelado sp46	X	
Fitoflagelado sp47	X	
Fitoflagelado sp48	X	
Fitoflagelado sp49	X	
Fitoflagelado sp50	X	
Fitoflagelado sp51	X	
Fitoflagelado sp52	X	
Fitoflagelado sp53	X	
Fitoflagelado sp55	x	
Riqueza total	**271**	**234**

3.1.4 ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton é um grupo de organismos encontrados na coluna d'água, bastante heterogêneo, possuindo representantes de quase todos os filos animais (RUPERT; BARNES, 1996; TAIT; DIPPER, 1998). A maior parte dos organismos é microscópica, mas alguns organismos gelatinosos, como as águas-vivas, podem atingir de centímetros a metros de comprimento (ALCARAZ; CALBET, 2003).

Esse grupo de organismos pode ser dividido em: holoplâncton – organismos que vivem toda sua vida no plâncton, como alguns protistas, celenterados, moluscos e crustáceos, cordados e organismos da classe Appendicularia e meroplâncton – organismos que têm apenas um estágio planctônico, como ovos e larvas de diversos organismos como crustáceos, peixes, moluscos, poliquetas e equinodermas (TAIT; DIPPER, 1998; OMORI; IKEDA, 1984).

Em ambientes transicionais (estuários, lagoas, baías), o zooplâncton é formado principalmente por protozoários (amebas, flagelados, ciliados), vermes asquelmintos (rotíferos), microcrustáceos copépodes e cladóceros e alguns tipos de inseto, como larvas de dípteros e também larvas meroplanctônicas de outros grupos como crustáceos e peixes (BICUDO; BICUDO, 2004).

A transferência de energia entre os diversos níveis tróficos se dá pelo zooplâncton (GIBSON, 2003), que é um dos principais componentes na dieta de diversas espécies carnívoras, incluindo as de interesse econômico (TURNER, 1984). Outras funções com elevada importância ambiental desempenhada por esses organismos incluem a ciclagem de nutrientes inorgânicos, através da excreção de compostos nitrogenados e fosfóricos (SMITH, 1978; LIRA; MAGALHÃES, 1996; CAVALCANTI; NEUMANN-LEITÃO; VIEIRA, 2008), controle de populações fitoplanctônicas (DAM; PETERSON, 1993; BRANDINI; MORAES; TAHAMM, 1998); e, em alguns casos, a degradação de contaminantes orgânicos, como o petróleo (BJÖRNBERG, 1981).

3.1.4.1 Área de abrangência

O levantamento bibliográfico procurou contextualizar a comunidade zooplanctônica dos sistemas costeiros do Espírito Santo, e os trabalhos encontrados forneceram dados referentes a alguns ambientes estuarinos. Assim, a área de estudo ficou definida nas localidades de lagoa de Maimbá, Barragem Norte e Ponta do Ubu (Anchieta/ES), representando o limite sul, passando pela região da baía de Vitória, até o delta de São Mateus na APA da Conceição da Barra/ES, representando o limite norte dos estudos encontrados sobre o tema, com o intuito de verificar a possível influência da pluma de rejeitos proveniente da foz do rio Doce ao longo dos sistemas costeiros do Espírito Santo.

3.1.4.2 Metodologia

Para o levantamento bibliográfico das espécies que compõem o zooplâncton nas áreas adjacentes à foz do rio Doce, foram pesquisadas publicações em base de dados científicos, na base de dados da Plataforma Lattes, bibliografias especializadas, artigos publicados nacionais e internacionais, dissertações de mestrado e teses de doutorado, estudos de impacto ambiental e diagnósticos ambientais publicados anteriormente ao desastre ambiental (5 de novembro de 2015) da mineradora Samarco Mineração S.A. Combinações de palavras-chave foram utilizadas tanto em português quanto

em inglês: zooplâncton (*zooplankton*), estuário (*estuary*), costeiro (*coastal*), Espírito Santo, Bacia do Espírito Santo (*Espírito Santos Basin*), Sudeste Brasil (*southeast Brazil*).

A bibliografia encontrada fornecia dados que descreviam a comunidade zooplanctônica subsidiando, então, a elaboração da presente linha-base. Características quanto ao período de coleta, localização geográfica dos pontos, profundidade, variação da maré, entre outros, foram aproveitadas para compreensão dos padrões de distribuição e sucessão da comunidade ao longo do tempo, quando existentes.

3.1.4.3 Resultados

O levantamento da comunidade zooplanctônica que compõe a fauna aquática dos ambientes de transição resultou em 226 *taxa* na área de estudo. Esta abrangeu os ambientes da baía de Vitória, dos estuários Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, de sistemas estuarinos de Barragem Norte e lagoa de Maimbá, da zona costeira de Anchieta, Aracruz, Barra do Riacho, Linhares e São Mateus. Pautando-se nas bibliografias especializadas, os organismos, quando possível, foram classificados em Filo, Classe, Ordem e Espécie e discriminados quanto a sua área de provável ocorrência, conforme o trabalho pesquisado. Em ambientes de transição, também é possível ocorrer espécies oceânicas que, associadas à comunidade típica do local, refletem as condições do meio no momento da coleta dos dados e, por esse motivo, tais espécies são descritas no presente capítulo (Tabela 38). Assim, a comunidade zooplanctônica foi composta por 27 grandes grupos distribuídos em Copepoda com 96 *taxa*, Decapoda com 35, Rotifera com 21, Cladocera com 10, Chaetognatha com 9, Cnidaria com 8, Appendicularia e Protozoa com 7 cada, Mollusca, Echinodermata e Mysidacea com 2 cada, Annelida, Ctenophora, Thaliacea, Amphipoda com 1 cada. Alguns organismos ficaram identificados em nível taxonômico de “Grupos”, como Arachnida, Ascidiacea, Osteichtyes, Cirripedia, Ostracoda, Euphausiacea, Bryozoa, Phoronida, Foraminifera, Ciliophora, Stomatopoda, Isopoda e Cumacea (Tabela 38). Com isso, observou-se que o grande grupo Copepoda foi o mais representativo com 46% de contribuição ao zooplâncton total registrado nos ambientes de transição (Figura **155**).

Tabela 38 – Lista de espécies do zooplâncton encontradas nos estudos realizados em ambientes de transição (estuários) no Espírito Santo (ES).

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência.					
TÁXON		**Região Estuarina**	**Região de Baía**	**Região Costeira**	**Região Oceânica**
ARTHROPODA	ARACHNIDA		X		
	CRUSTACEA, Branchiopoda, Cladocera	X	X		
	Diaphanosoma polyspina	X			
	Evadne tergestina			X	
	Macrotrix triserialis	X			
	Moina minuta	X			
	Moina micrura	X	X	X	
	Penilia avirostris	X	X	X	X
	Pleopis polyphemoides	X	X		
	Pleuroxus similis	X			
	Podon schmackeri	X			
	Pseudevadne tergestina	X			
	CRUSTACEA, COPEPODA	X		X	
	Calanoida	X			
	Acartia lilljeborgi	X	X	X	
	Acartia sp.	X	X		
	Acartia tonsa	X	X	X	
	Acrocalanus longicornis			X	
	Bestiolina sp.		X		
	Calanoides carinatus	X	X		
	Calanoides macrocarinatus			X	
	Calanopia americana	X	X	X	
	Calocalanus pavoninus		X		
	Calocalanus sp.		X		
	Centropages furcatus	X		X	X
	Centropages velificatus		X	X	
	Clausocalanus furcatus		X		
	Ctenocalanus citer		X		
	Deliuis sewelli			X	
	Labidocera fluviatilis		X		
	Lucicutia flavicornis		X		
	Nannocalanus minor		X		
	Nauplii		X		
	Neocalanus robustior		X		
	Notodiaptomus conifer	X			
	Notodiaptomus iheringi	X			
	Paracalanus aculeatus		X	X	
	Paracalanus indicus			X	X
	Paracalanus quasimodo	X	X	X	

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência.					
TÁXON		Região Estuarina	Região de Baía	Região Costeira	Região Oceânica
	Paracalanus nanus	X		X	
	Paracalanus parvus	X	X	X	
	Paracalanus sp. (copepodito)	X			
	Parvocalanus crassirostris	X	X	X	
	Pontella marplatensis			X	
	Pseudodiaptomus acutus	X	X	X	
	Pseudodiaptomus marshi		X	X	
	Pseudodiaptomus richardi	X	X	X	
	Pseudodiaptomus sp .	X	X		
	Subeucalanus mucronatus			X	
	Subeucalanus pileatus	X	X	X	X
	Subeucalanus subcrassus			X	
	Subeucalanus subtenuis		X	X	
	Subeucalanus sp.		X		
	Temora stylifera		X	X	
	Temora turbinata	X	X	X	
	Undinula vulgaris	X			
CRUSTACEA, Maxillopoda, Copepoda					
Harpacticoida		X			
	Cletocamptus deitersi		X		
	Clytemnestra rostrata		X		
	Clytemnestra scutellata		X	X	
	Copepodo parasita		X		
	Euterpina acutifrons	X	X	X	
	Longipedia minor			X	
	Mesochra lilljeborgi		X		
	Microsetella norvergica	X	X		
	Macrosetella gracilis		X		
	Macrosetella sp.			X	
	Microsetella rosea		X		
	Myracea efemerata		X		
	Tigriopus sp.		X		
Cyclopoida		X			
	Apocyclops sp.	X			
	Copilia mirabilis		X	X	
	Corycaeus amazonicus	X	X	X	
	Corycaeus dubius			X	
	Corycaeus giesbrechti	X	X	X	X
	Corycaeus latus			X	
	Corycaeus speciosus		X	X	
	Copepodito	X			
	Dioithona oculata			X	

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência.					
TÁXON		Região Estuarina	Região de Baía	Região Costeira	Região Oceânica
	Eucyclops serrulatus	X			
	Farranula gracilis	X	X	X	X
	Halicyclops magniceps			X	
	Hemicyclops thalassius	X	X		
	Halocyclops sp.		X		
	Microcyclops anceps		X		
	Nauplii	X	X		
	Oncaea curta		X		
	Oncaea media	X	X	X	X
	Oncaea mediterranea			X	
	Oncaea venusta		X	X	
	Oithona brevicornis			X	
	Oithona hebes	X	X	X	
	Oithona nana	X	X	X	
	Oithona oculata	X	X	X	
	Oithona oswaldocruzi	X			
	Oithona ovalis			X	
	Oithona plumifera	X	X	X	X
	Oithona rigida			X	
	Oithona robusta			X	
	Oithona setigera		X	X	X
	Oithona similis		X		
	Oithona simplex			X	X
	Oithona sp.	X	X		
	Paracyclops fimbriatus	X	X		
	Sapphirina nigromaculata		X		
	Sapphirina sp.		X		
	Thermocyclops crassus	X			
	Thermocyclops minutus		X		
Monstrilloida			X		
	Cymbasoma gracile		X		
	Cymbasoma rigidum		X		
Siphonostomatoida	*Caligus*		X		
CRUSTACEA, MALACOSTRACA		X		X	
Decapoda		X	X		
	Anomura	X	X		
	Alpheidae	X			
	Aratus pisonii	X			
	Armases rubripes	X			
	Brachyura (zoea)	X			
	Brachyura	X	X		
	Caridae	X			

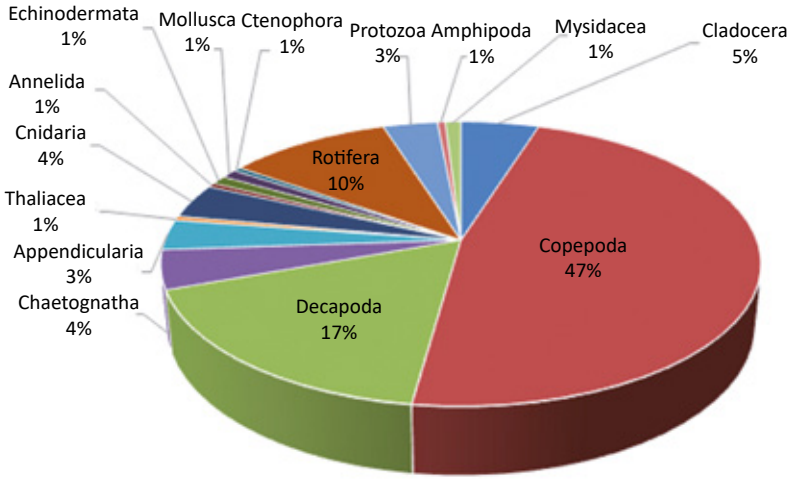
Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência.					
TÁXON		Região Estuarina	Região de Baía	Região Costeira	Região Oceânica
	Chasmagnathus granulata	X			
	Clibanarius sp.	X			
	Cyclograpsus integer	X			
	Eurytium limosum	X			
	Goniopsis cruentata	X			
	Hexapanopeus angustifrons	X			
	Hexapanopeus paulensis	X			
	Hexapanopeus schmitti	X			
	Lucifer faxoni	X	X	X	
	Megalobrachium sp.	X			
	Pachygrapsus transversus	X			
	Pachycheles monilifer	X			
	Paguristes sp.	X			
	Pagurus sp.	X			
	Panopeus americanus	X			
	Panopeus bermudensis	X			
	Penaeidea	X			
	Persephona mediterranea	X			
	Petrolisthes armatus	X			
	Pinnixa chaeptorana	X			
	Porcellanidae	X			
	Sesarma rectum	X			
	Sicyonia sp.	X			
	Uca burgersi	X			
	Ucides cordatus	X			
	Uca mordax	X			
	Uca thayeri	X			
	Uca vocator	X			
	Amphipoda		X	X	
	Synopia sp.	X			
	Cumacea	X	X		
	Isopoda	X	X	X	
	Mysidacea		X		
	Mysidopsis sp.	X			
	Promysis atlantica		X		
	Stomatopoda	X	X		
	Euphausiacea	X	X	X	
	CRUSTACEA, CIRRIPEDIA	X	X	X	
	CRUSTACEA, OSTRACODA	X	X	X	
ANNELIDA	POLYCHAETA	X		X	

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência.						
TÁXON			**Região Estuarina**	**Região de Baía**	**Região Costeira**	**Região Oceânica**
MOLLUSCA	BIVALVIA		X		X	
	Ostreidae	*Isognomon bicolor*	X			
	GASTROPODA		X			
	Pteropoda			X		
	Thecosomata		X			
		Cresceis acicula			X	
CHAETOGNATHA				X	X	
	SAGITTOIDEA, Aphragmophora	*Flaccisagitta enflata*			X	
		Parasagitta friderici			X	
		Sagitta sp.	X			
		Sagitta decipiens	X	X	X	
		Sagitta enflata		X	X	X
		Sagitta friderici	X	X	X	
		Sagitta hispida		X		
		Sagitta minima		X		
		Sagitta tenuis			X	
CNIDARIA	HYDROZOA	*Clytia simplex*	X			
		Ectopleura dumortieri	X			
		Eutima gracilis	X			
		Liriope tetraphyla	X			
		Muggiaea kochi	X			
		Obelia sp.	X			
		Sarsia eximia	X			
	SCYPHOZOA				X	
CHORDATA						
	THALIACEA			X	X	
	Doliolida	*Doliolum nationalis*			X	
	APPENDICULARIA			X	X	
	Copelata					
		Appendicularia sicula			X	
		Fritillaria pelucida			X	X
		Oikopleura sp.	X			
		Oikopleura dioica	X	X	X	X
		Oikopleura fusiformis	X	X		
		Oikopleura longicauda		X	X	
		Oikopleura rufescens		X		
	ASCIDIACEA		X	X		
	OSTEICHTHYES		X	X	X	
CTENOPHORA					X	
	Nuda, Beroidea	*Beroe ovata*	X			
BRYOZOA			X	X		

Espécies zooplanctônicas e seu ambiente de preferência.						
TÁXON			Região Estuarina	Região de Baía	Região Costeira	Região Oceânica
PHORONIDA				X		
FORAMINIFERA			X			
ECHINODERMATA			X	X		
	OPHIUROIDEA				X	
	ASTEROIDEA				X	
ROTIFERA	EUROTATORIA		X			
		Anuraeopsis sp.	X			
		Asplanchna sp.	X			
	Bdeloidea N.I.		X			
		Brachionus angularis	X			
		Brachionus falcatus	X			
		Brachionus havanaensis	X			
		Cephalodella sp.	X			
		Euchlanis sp.	X			
		Filinia longiseta	X			
		Filinia terminalis	X			
		Hexarthra intermedia	X			
		Hexarthra sp.	X			
		Keratella americana	X			
		Lecane sp.	X			
		Lepadella sp.	X			
		Monostyla bulla	X			
		Monostyla sp.*1*	X			
		Monostyla sp.*2*	X			
		Polyarthra sp.	X			
		Polyarthra remata	X			
		Thrichotria sp.	X			
		Testudinella mucronata	X			
PROTOZOA	TUBULINEA, Arcellinida	*Arcella vulgaris*	X			
		Arcella sp.	X			
		Centropyxis sp.	X			
		Centropyxis ecornis	X			
		Centropyxis aculeata	X			
		Difflugia sp.	X			
		Lasquereusia sp.	X			
			X			
CILIOPHORA			X			

Nota: As espécies foram classificadas pela região de sua ocorrência preferencial segundo o autor do estudo. Mesmo em regiões estuarinas podem ocorrer espécies características de águas marinhas próximas a costa (região costeira) e mais distantes (região oceânica).

Figura 155 – Abundância relativa (%) dos grupos observados nas áreas de transição, segundo bibliografia encontrada.



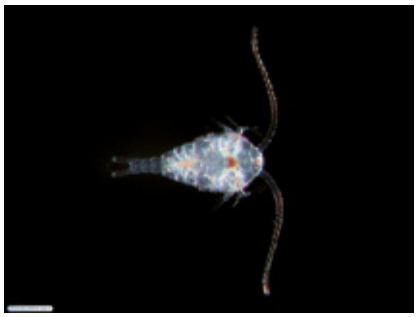
Entre 1993 e 1997, Dias e Bonecker (2008) realizaram estudo com o grupo Copepoda na baía Espírito Santo, em Vitória. Os copépodes formaram o grupo mais abundante, representando mais de 85% de todo o zooplâncton. Ao todo, foram identificados 46 *taxa* de copépodes, sendo 25 da Ordem Calanoida e a espécie *Acartia lilljeborgi* a mais abundante e com maior variabilidade sazonal. Essa espécie é indicativa de águas costeira e é comumente dominante em áreas mais quentes e estuários com elevada salinidade. Neste estudo, as espécies registradas dentro da baia de Vitória foram *H. thalassius, O. oculata, Pseudodiaptomus acutus e Labidocera fluviatilis,* as quais predominaram no local. Espécies marinho oceânicas também foram registradas, como os copépodes *Oncaea venusta, Clausocalanus furcatus, Subeucalanus subtenuis, O. plumifera* e *Macrosetella gracilis* preferindo as condições de água marinha e *Ctenocalanus citer* e *Calanoides carinatus* preferindo as condições de águas frias oceânicas. A densidade variou de 68 a 70.406 ind./m³. Os picos de densidades foram maiores no verão e no outono entre 1993 e 1995, e em 1996 e 1997 esse pico foi observado no inverno. Vale destacar o registro de *Bestiolina* sp. na área de estudo, o que, segundo os autores, consiste no primeiro registro desse organismo em águas brasileiras.

Ainda em Vitória, na região da baía Vitória, Sterza e Fernandes (2006) encontraram um total de 64 *taxa*, sendo 49 de copépodes e dominância do holoplâncton. Os picos de densidade também foram encontrados no verão e outono e *A. lilljeborgi* foi a espécie mais abundante. Foram encontradas espécies de água doce, como os copépodes *Thermocyclops minutus*, *Paracyclops fimbriatus*, *Halocyclops* sp., *Microcyclops anceps* e *Cletocamptus deiters,* espécies estuarinas e costeiras como *A. lilljeborgi, A. tonsa, Temora turbinata, Pseudodiaptomus richardi*, *Oithona hebes* e *Oithona oculata.*

Vale destacar que a espécie de Copepoda *Temora turbinata* é um organismo considerado invasor, não ocorria na costa brasileira antes de 1993 (ARAÚJO; MONTÚ, 1993; LOPES, 2004). No entanto, representa membro importante para a produção secundária em regiões estuarinas (ARA, 2002, 2004) e há indicativos de que apresente vantagem sobre a espécie nativa *T. stylifera* quanto ao comportamento reprodutivo e na utilização de recursos alimentares (CUNHA, 2008). A espécie *Temora turbinata*

apresenta ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (BJÖRNBERG, 1981; BRADFORD-GRIEVE et al., 1999; DIAS; ARAUJO, 2006) (Figura 156).

Figura 156 – *Temora turbinata*, espécie exótica invasora.



Fonte: Imagem de Alvaro Migotto (CIFONAUTA, 2017).

Na mesma região, Sterza, Ovalle e Loureiro Fernandes (2008) encontraram as maiores abundâncias para Copepoda, Cirripedia, Appendicularia, Pteropoda e Decapoda (larva), variando de 423 a 30.451 ind./m³, sendo a maior abundância encontrada no verão e a menor na primavera. O zooplâncton apresentou uma variação sazonal, com predomínio de copépodes como *Acartia lilljeborgi* e *A. tonsa* no verão e no inverno e formas jovens de *Pseudodiaptomus* spp. na primavera. Os autores descrevem ainda dois principais grupos na baía: um grupo com predomínio de espécies estuarinas e costeiras localizadas preferindo a porção mais externa do estuário como, *A. lilljeborig, A. tonsa, Temora turbinata* e representantes de Cirripedia; e outro grupo formado por espécies preferindo a porção mais interna do sistema, como *Oithona hebes. O. oculata, P. quasimodo*, *Parvocalanus crassirostris* e ainda representantes de *Bestiolina* sp.

A análise da composição e estrutura da comunidade zooplanctônica do sistema estuarino dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, localizados nos municípios de Santa Cruz e Aracruz/ES, foi realizada entre maio de 2008 e abril de 2009 e identificou 64 *taxa* distribuídos entre os filos Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Chaetognatha, Chordata, Cnidaria, Ctenophora, Echinodermata, Mollusca e Protozoa. Entre estes, a Subclasse Copepoda (Filo Arthropoda) compõe mais da metade das amostragens. Entre as espécies de copépodes que se destacaram, estão *Acartia lilljeborgi*, *Temora turbinata*, *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona oswaldocruzii*, *Oithona oculata*, *Euterpina acutifrons* e *Paracalanus parvus*, contribuindo com aproximadamente 63% do total da abundância zooplanctônica. Esta pesquisa possibilitou a definição de padrões temporais para a abundância total de organismos nessa região, atestando que de maio a novembro/2008 houve baixa abundância de organismos, enquanto, entre dezembro/2008 e abril/2009, ocorreu o incremento na abundância dos organismos zooplanctônicos. Outro padrão que merece destaque se refere à diferença na abundância total entre pontos mais a montante e a jusante dos rios. Assim, a jusante apresentou menores porcentagens de abundância total, resultado que foi associado à maior turbidez dessa área amostral (diminuição da fotossíntese e consequentemente da produção primária) (NUNES, 2010). Magris (2005), em estudo anterior na mesma região, entre 1993 e 1994, havia encontrado 32 *taxa* apenas para Decapoda, sendo encontrada a espécie com importância comercial *Ucides cordatus* (caranguejo-uçá). Para Decapoda, o fator de maior influência é a sazonalidade, sendo no verão a liberação do maior número de larvas. Apesar disso, segundo o autor, algumas

espécies se reproduzem durante todas as estações do ano, como o gênero *Uca*, por exemplo. Ainda, o estudo identificou a região como importante sítio de reprodução, crescimento e alimentação para esses animais.

Segundo Sterza e Fernandes (2006) e Nunes (2010) nos trabalhos descritos anteriormente, regiões estuarinas permitem a ocorrência de grande diversidade de espécies e que preferem diferentes *habitats*: água doce – *Thermocyclops minutus, Paracyclops fimbriatus, Halocyclops sp, Microcyclops anceps* e *Cletocamptus deitersi*; estuarinos - *Pseudodiaptomus acutus* e *P. richardi*; estuarino-costeiros – *Acartia lilljeborgi, A. tonsa, Euterpina acutifrons, Oithona hebes, O. nana, O. oculata, O. oswaldocruzi, Pleopis polyphemoides, Lucifer faxoni, Sagitta friderici* e *Oikopleura dioica*; costeiros – *Paracalanus parvus, P. quasimodo* e *Parvocalanus crassirostris*; neríticos – *Penilia avirostris, Calanopia americana, Clytia simplex, Ectopleura dumortieri, Eutima gracilis, Muggiaea kochi* e *Sarsia eximia*; e ainda costeiro-oceânicos, como os cladoceras *Podon schmackeri, Pseudevadne tergestina* e os copépodes *Centropages furcatus, Oithona plumifera, Temora turbinat*a e oceânicos, sendo os Copepoda *Calanoides carinatus, Calocalanus pavoninus, Subeucalanus pileatus, Subeucalanus subtenuis, Corycaeus giesbrechti, Oncaea media, Clausocalanus furcatus* e o Chaetognatha *Sagitta enflata.*

Entre os anos de 1998 e 2003, o CEPEMAR (2004b) realizou uma série de levantamentos biológicos para monitoramento da Barragem Norte e lagoa de Maimbá, ambas utilizadas pela mineradora Samarco Mineração S.A. para o descarte de seus efluentes industriais. Esse estudo constatou uma dominância do Filo Rotifera e Crustacea durante a maior parte dos anos de amostragem em ambas as áreas. Nos primeiros anos, observou-se o domínio do grupo Crustacea, o que CEPEMAR (2004b) cita como indicadores de águas limpas, porém, a partir do ano 2000, houve grandes acréscimos na biomassa de Rotifera, que, por sua vez, é indicador de águas eutrofizadas. Esse panorama indica que os corpos de água estão vulneráveis à eutrofização, principalmente com o aumento da ocupação em seu entorno. De uma forma geral, os grupos que mais se destacaram foram: Rotifera (que apresentou maior riqueza de espécies), Crustacea e Protozoa, sendo que não foi mencionado domínio ou alta abundância de nenhuma espécie em específico.

Entre 2000 e 2002, o CEPEMAR (2004b) também, devido à terceira usina de pelotização da Samarco, realizou o monitoramento de áreas do entorno do Terminal de Ponta Ubu. Nesse estudo, 44 organismos foram identificados a nível específico, onde, novamente, o Subfilo Crustacea se destacou em biomassa, sendo que a Classe Copepoda compôs 89,4% das amostras no verão de 2000 e 78% das amostras no inverno de 2002. As espécies de Copepoda mais representativas foram *Temora turbinata*, *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus parvus* e *Paracalanus quasimodus*, todas consideradas frequentes no litoral brasileiro (BJÖRNBERG, 1981).

No ano de 2006, o CEPEMAR (2006c) realizou um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para atividades de pesquisa sísmica da Petrobras, utilizando como metodologia a revisão de trabalhos já publicados sobre características bióticas e abióticas da região nerítica (costeira) de Aracruz/ES e Linhares/ES. Nesse diagnóstico, foi observado o alto número de *taxa* em decorrência da influência da AT da Corrente do Brasil. Os grupos mais abundantes para essa área foram Copepoda, Chaetognatha, Appendicularia e larvas do meroplâncton, sendo que, novamente, Copepoda foi o grupo dominante, apresentando maior biomassa na região nerítica próxima a foz do rio Doce. Vale ressaltar que

Björnberg (1981) menciona a importância de Copepoda em áreas associadas *à* produção de petróleo, uma vez que esse grupo de organismos pode degradar essas moléculas orgânicas, impedindo a contaminação do ambiente. As espécies de copépodes mais abundantes na região costeira de Linhares/ES foram *Acrocalanus longicornis*, *Paracalanus indicus*, *Temora stylifera*, *T. turbinata*, *Oithona plumifera*, *Corycaeus giesbrechti* e *Corycaeus amazonicus*, enquanto no município de Aracruz/ES as espécies *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus parvus*, *Paracalanus quasimodo* e *Temora turbinata* contribuíram com as maiores biomassas. Nesse mesmo município, ressaltou-se também uma grande abundância de espécies estuarinas, como *Acartia lilljeborgi* e *Parvocalanus crassirostris,* sendo que nenhuma espécie foi registrada como endêmica dessa região (CEPEMAR, 2006c).

O CEPEMAR (2006b) realizou também diagnósticos dos parâmetros bióticos para o EIA, exigido para autorização da expansão do Terminal Especializado de Barra do Riacho – Portocel, em fevereiro de 2005. Por meio de arrastos de subsuperfície em dois pontos amostrais da Barra do Riacho, identificou-se 31 *taxa* zooplantônicos, pertencentes a seis Filos. Como já citado em outros diagnósticos de áreas costeiras similares, a Classe Copepoda abrangeu 84% da abundância total de organismos amostrados, onde as espécies *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris, Oithona hebes, Oithona oculata* e *Euterpina acutifrons* contribuíram com as maiores biomassas e destas, *P. crassirostris* apresentou maior abundância total. Larvas de Decapoda, Bivalvia, Polychaeta e Cirripedia também compuseram o meroplâncton dessa área, onde a Classe Cirripedia foi a mais representativa em termos de abundância (CEPEMAR, 2006b). Esse diagnóstico afirmou a equitabilidade e diversidade zooplanctônica para a Barra do Riacho – Portocel, além da ampla representatividade de espécies estuarinas e costeiras.

Outros diagnósticos de expansão portuária também realizaram o levantamento bibliográfico da comunidade zooplanctônica para elaboração de EIA. Em 2009, devido ao projeto de expansão do Terminal Portuário de Ubu, o CEPEMAR, com auxílio de bibliografias publicadas anteriormente e focadas em ambientes similares, caracterizou a comunidade planctônica do entorno da área que se destinava *à* expansão. As espécies estuarinas *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa* e *Parvocalanus crassirostris* apresentaram alta abundância em detrimento da forte influência continental da área de estudo. Contudo, espécies costeiras como *Paracalanus parvus*, *Paracalanus quasimodo* e *Temora turbinata* também foram representativas nas análises, além de organismos em fase larval da Ordem Decapoda, da Classe Appendicularia (*Oikopleura dioica*) e Chaetognatha (*Sagitta friderici*), tipicamente costeiros (CEPEMAR, 2009b).

Um dos últimos monitoramentos antes do desastre ambiental da mineradora Samarco Mineração S.A. também foi realizado pela CEPEMAR no inverno de 2011. Essas amostragens visavam caracterizar os ambientes do entorno da fábrica de celulose Fibria Celulose e do complexo portuário Portocel, de forma a caracterizar os possíveis impactos que os efluentes poderiam causar ao ecossistema local. Vale ressaltar que esses empreendimentos ficam próximos a uma pequena área urbana situada no estuário do rio Riacho, segundo esse relatório.

Os resultados das coletas realizadas no entorno da Fibria Celulose (CEPEMAR, 2011a) registraram alta riqueza taxonômica, totalizando 57 *taxa* distribuídos entre ordem, família, gênero, espécie e estágio de desenvolvimento. Entre as 19 espécies registradas no decorrer da campanha amostral, apenas as espécies *Paracalanus quasimodo* e *Temora turbinata* (Copepoda)*, Lucifer faxoni* (Luciferideo)

e *Parasagitta friderici* (Chaetognatha) apresentaram frequência de ocorrência em 100% dos pontos amostrais. Os copépodes foram os organismos que exibiram a maior abundância relativa da amostragem, compondo 99% do zooplâncton coletado nas estações amostrais. As espécies de copépodes mais representativas e que juntas compuseram 89% do zooplâncton coletado foram: as formas jovens do gênero *Paracalanus*, as espécies *Paracalanus quasimodo, Temora turbinata* e as formas jovens do gênero *Acartia*, todas espécies frequentemente associadas aos ambientes estuarinos e costeiros do litoral brasileiro (DIAS; ARAÚJO; BONECKER, 2009; PESSOA et al., 2009; CEPEMAR, 2011a). Vale destacar que *Temora turbinata é uma espécie exótica e nes*sa campanha apresentou o terceiro maior táxon em termos de abundância (CEPEMAR, 2011a).

O EIA do Terminal Portuário de Uso Multiplo da NutriPetro apontou as características bióticas e abióticas encontradas nos pontos de monitoramento da qualidade ambiental, que englobaram tanto as áreas de interferência direta quanto indireta no que diz respeito ao impacto causado pelo empreendimento. Na análise da comunidade planctônica, realizada em junho de 2011, foram considerados quatro pontos amostrais, dois estuarinos (localizados no rio Riacho) e quatro costeiros (localizados na zona costeira adjacente). Dos cinco Filos coletados, foram identificados 36 *taxa*. Em termos de densidade, os copépodes participam com 66,5% da abundância total de organismos coletados, acompanhando o cenário de todos os trabalhos citados até o momento. Vale ressaltar que essa abundância variou entre pontos amostrais, sendo que as maiores porcentagens se refletem no ecossistema costeiro. Entre as espécies de copépodes com maiores densidades, encontrou-se *Paracalanus parvus* e *Paracalanus quasimodo*, *Parvocalanus crassirostris* e *Corycaeus speciosus*, todos nos pontos amostrais situados na região costeira. No estuário do rio Riacho, as espécies *Paracyclops fimbriatus* e *Thermocyclops crassus* foram os únicos copépodes que se sobressaíram. A Ordem Cladocera apresentou alta abundância na parte interna do estuário, principalmente as espécies *Moina micrura* e *Moina minuta* (PSG EQUILIBRIUM, 2013).

Devido à frequência e abundância de espécies nos pontos amostrais estuarinos e mais próximos à costa, PSG Equilibrium (2013) caracterizou a comunidade zooplanctônica como predominantemente de plataforma continental. O estudo também faz alusão à espécie exótica *Isognomon bicolor* (Mollusca), que apresentou ocorrência no litoral do Espírito Santo descrita por Ferreira, Barbiero e Costa (2006), além de *Pontella marplatensis*, um copépode natural do Mar del Plata e registrada anteriormente por CEPEMAR (2009b).

O plano de manejo da Área de Preservação Ambiental de Conceição da Barra analisou a comunidade zooplanctônica do delta do rio São Mateus/ES nos meses de janeiro e abril do ano de 2012 e de julho e setembro do ano de 2013, definindo dez pontos amostrais ao longo do delta para as amostragens dos organismos planctônicos, ressalvando que os dois primeiros pontos amostrais situam-se na foz do rio São Mateus e o último a montante do rio (IEMA, 2014).

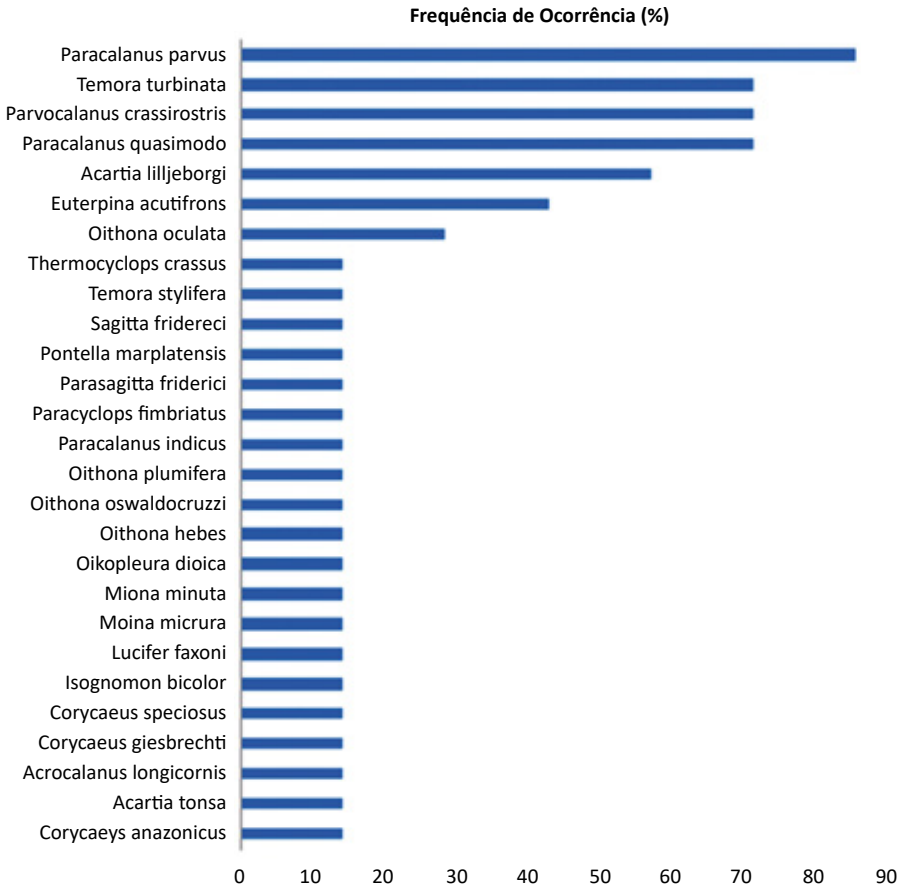
Esse estudo identificou 119 *taxa*, destacando como principais grupos Branchiopoda, Cirripedia, Copepoda, Rotifera, Protozoa, Insecta e Mollusca. As maiores densidades foram atribuídas aos copépodes, perfazendo 71% da densidade total das amostras em todas as estações do ano amostradas, ainda que, dos dez pontos amostrados, a maior densidade de Copepoda tenha ocorrido no primeiro ponto amostral, a jusante do rio São Mateus, sendo este o ponto mais próximo da transição estuarina/

costeira. A dominância de Copepoda é uma regra geral tanto para os ecossistemas estuarinos brasileiro quanto mundiais (IEMA, 2014). Destaca-se ainda que os maiores picos de densidade zooplanctônicas ocorreram na campanha amostral realizada no outono do ano de 2012.

Nos pontos situados na porção média do delta, houve também a contribuição de larvas véliger pertencentes ao Filo Mollusca, apresentando grandes densidades (IEMA, 2014).

Conforme os trabalhos aqui descritos, foi determinada a frequência de ocorrência (%) para cada espécie dominante na área do estudo (Figura 157), sendo que o grande grupo Copepoda, que foi o mais abundante, teve as espécies *Paracalanus parvus, Temora turbinata, Parvocalanus crassirostris* e *P. quasimodo* como as mais frequentes nos trabalhos encontrados. O copépode *P. parvus* alcançou 86% de frequência de ocorrência, enquanto os demais copépodes alcançaram, cada um, 70% de frequência de ocorrência nos ambientes de transição pesquisados.

Figura 157 – Frequência de ocorrência para as espécies mais representativas no ambiente de transição.



A comunidade zooplanctônica registrada nos ambientes transicionais do litoral do Espírito Santo, com base nos trabalhos anteriormente descritos, em períodos anteriores ao desastre de Mariana/MG, mostrou que esses ambientes foram dominados por Copepoda, sendo que o padrão de distribuição do zooplâncton variou conforme o perfil hidrológico nos diversos estuários estudados, formando comunidades divididas entre estuário, região da foz e baía. As espécies dominantes foram *Acartia lilljeborgi* e *Temora turbinata*, preferindo ambientes estuarinos. Porém, espécies que preferem as regiões oceânicas também foram registradas, mostrando o perfil hidrológico dinâmico, comum dos ambientes costeiros. Variação sazonal também foi marcada com maiores densidades, principalmente no verão. Os

organismos meroplanctônicos, como crustáceos, foram representativos na área de estudo, indicando tais regiões como importantes sítios de desova para crustáceos com importância comercial.

3.1.5 QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

O compartimento sedimento pode ser considerado como o resultado da interação entre todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático. A capacidade do sedimento em acumular compostos faz desse compartimento um dos mais importantes na avaliação do nível de contaminação de ecossistemas aquáticos continentais. Esse acúmulo depende da composição e da dinâmica do sedimento, que é função dos fatores biológicos, físicos e químicos, entre outros. Ele apresenta a maior concentração de nutrientes do ecossistema aquático e funciona, muitas vezes, como reservatório para os demais compartimentos. Além disso, o sedimento reflete os principais processos que ocorrem nesses ecossistemas, pois acumula informações de ciclagem de nutrientes e de fluxos de energia (ESTEVES, 1988).

Segundo Tucci (2007), parte importante dos constituintes utilizados como indicadores de poluição são transportados para os rios, agregados aos sedimentos. Os sedimentos podem apresentar altos índices de contaminação quando mecanismos de controle da poluição não apresentam eficiência na remoção de contaminantes, sejam estes por meio da ineficiência do tratamento de efluentes domésticos e industriais ou do uso incorreto de defensivos agrícolas. Por outro lado, a saúde dos rios necessita dos sedimentos como uma fonte de vida e a valorização destes decorre do fato de apresentarem diferentes funções. Do ponto de vista da ecologia aquática, assim como a água, os sedimentos são parte integrante ativa das bacias hidrográficas. O compartimento sedimentar constitui-se na principal fonte de nutrientes para muitos organismos, e os processos microbiológicos que provocam a regeneração dos nutrientes e o funcionamento dos ciclos de nutrientes para todo o corpo d'água fornecem as condições favoráveis para o desenvolvimento de uma grande variedade de *habitats* (CRUVINEL; MATUMOTO; ROSOLEN, 2008).

3.1.5.1 Área de abrangência

Para a abrangência espacial, considerou-se primeiramente o estuário do rio Doce e os estuários ao longo da costa do Espírito Santo, limitados ao sul da foz do rio Doce pelo estuário do rio Piraquê-Açu e ao norte pelo estuário do rio São Matheus, visto a possibilidade de alterações na qualidade das águas tanto na região estuarina localizada a norte quanto a sul da foz do rio Doce, decorrentes do desastre em estudo. Também, incluiu-se dados do estuário de Caravelas, devido à proximidade com a região de Abrolhos.

3.1.5.2 Metodologia

A metodologia para avaliação da qualidade dos sedimentos da foz do rio Doce foi baseada em pesquisas bibliográficas sistematizadas. Essa pesquisa envolveu diversos passos e a aplicação de filtros para a seleção dos estudos que apresentassem dados confiáveis e relevantes para a discussão do tema abordado neste capítulo. Esses passos são descritos nas seções a seguir.

3.1.5.2.1 Principais parâmetros para avaliação da qualidade de sedimentos

Neste item, serão descritos os principais parâmetros que serão utilizados para a avaliação da qualidade dos sedimentos.

3.1.5.2.1.1 Granulometria

É o parâmetro que define o tamanho dos grãos do sedimento. Quanto menor a partícula, maior será a capacidade de absorção das substâncias. Quanto menor a partícula, também maior será a tendência de estas ficarem em suspensão ou serem dissolvidas.

Os sedimentos são classificados de acordo com o tamanho de partícula utilizando a Escala Granulométrica de Wentworth (1922), conforme apresentado na Resolução CONAMA nº 454/2012. A **Tabela 39** apresenta a classificação granulométrica do sedimento de acordo com o tamanho da partícula.

Tabela 39 – 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 0,00394
Argila	0,00394 a 0,0002

Fonte: Brasil (2012).

A NBR 6502/1993, que define os termos relativos aos materiais da crosta terrestre, rochas e solos, para fins de engenharia geotécnica de fundações e obras de terra, também é utilizada para a classificação granulométrica dos sedimentos, definindo as frações mais importantes: areia (soma de todas as subfrações), silte e argila.

Sedimentos provenientes do intemperismo de rochas e solos são basicamente compostos por argila, silte, areia, matéria orgânica e outras substâncias, em menores proporções, sendo depositados no fundo dos oceanos, rios, lagos e estuários. As partículas menores, como argilas, podem permanecer em suspensão por meses, dependendo das condições de corrente e turbulência da água. Elas são mais rapidamente depositadas em águas salgadas do que em doces, devido a fenômenos de superfície. As partículas de argila podem estar negativamente carregadas na superfície, o que mantém outras partículas afastadas. Em águas salgadas, em presença de íons dissolvidos, cátions são adsorvidos na superfície das argilas, neutralizando a carga da partícula. Há, então, a desestabilização do coloide, permitindo sua coagulação (SANTOLIN, 2015).

3.1.5.2.1.2 Metais e semimetais

Os metais em sedimentos são provenientes do intemperismo de rochas e solos, deposições atmosféricas e despejos de origem antropogênica. Por meio da capacidade de retenção dos sedimentos, os metais podem ficar acumulados, podendo ser remobilizados através de sistemas cíclicos complexos

que envolvem fatores químicos, biológicos e hidrodinâmicos (RAMIRO PASTORINHO et al., 2012 apud SANTOLIN, 2015).

As pesquisas que priorizam as investigações sobre metais presentes em sedimentos os consideram como um compartimento aquático ativo e determinante na redistribuição dessas espécies nesse meio (COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006 apud SANTOLIN, 2015). Por não possuírem um caráter de biodegradação, os metais permanecem em ciclos biogeoquímicos globais, podendo ocorrer acumulação em algum compartimento ambiental e, dessa forma, oferecer danos a organismos vivos. Como se apresentam de diversas formas nos sistemas aquáticos (solúveis, complexados pela matéria orgânica, associados a particulados em suspensão ou precipitados), os metais podem migrar de um compartimento a outro, através de processos de adsorção, complexação, precipitação e ainda assimilação biológica. Os sedimentos vêm sendo contaminados por uma série de metais pesados com a intensificação das atividades antrópicas (FUKUE et al., 1999). Em função disso, o estabelecimento de níveis de base (*background* geoquímico) de elementos de interesse ambiental, além de fornecer um panorama acerca da assinatura geoquímica de ambientes de plataforma continental, fornece também parâmetros confiáveis de avaliação da qualidade ambiental.

Alguns metais fazem parte da composição de seres vivos, servindo como nutrientes. Alguns são considerados como macronutrientes, como, por exemplo, o cálcio e o magnésio. Outros são considerados micronutrientes, ou seja, devem estar presentes em pequenas concentrações na alimentação dos seres vivos. Acima da concentração ideal, esses elementos podem causar algum dano à saúde. Já os elementos classificados como elementos tóxicos podem causar efeitos nocivos mesmo em concentrações muito baixas. A **Tabela 40** apresenta a classificação dos elementos químicos com base nos efeitos à biota. Neste relatório, será dada prioridade para os resultados dos elementos tóxicos.

Tabela 40– Classificação dos elementos químicos com base nos efeitos à biota.

Elementos essenciais		Elementos tóxicos
Macronutrientes	**Micronutrientes**	
C, Ca, K, N, Na, Mg, O, P, S	B, Co, Cr, Cr^{3+}, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Ni, Se, Zn	Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Cr^{6+}, Hg, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V

Fonte: Fergusson (1982) e Poleto (2008 apud SANTOLIN, 2015).

3.1.5.2.2 Pesquisa bibliográfica e avaliação dos dados

Embora a qualidade de sedimentos em sistemas aquosos tenha influência direta na qualidade do ambiente estuarino, não existe uma base de dados de monitoramentos contínuos de órgãos ambientais ou outras instituições públicas quanto à avaliação da qualidade desses sedimentos. Alguns empreendimentos são obrigados legalmente a conduzir um estudo da qualidade dos sedimentos marinhos, quando isso eventualmente ocorre, geralmente o monitoramento é realizado apenas na fase de implantação ou para estudos específicos. Normalmente, esses estudos estão relacionados à dragagem, desassoreamentos ou à manutenção de hidrovias, que possam afetar a operação do empreendimento. Dessa forma, para o estabelecimento da linha-base descrita neste relatório, foram utilizados documentos produzidos em estudos acadêmicos e em estudos para fins de licenciamento ambiental.

A plataforma continental adjacente ao rio Doce está presente na porção centro-norte do estado do Espírito Santo, e os estudos geológicos existentes na região são, na sua maioria, referentes à plataforma interna local. Como sugere Quaresma et al. (2015), a sedimentação nesse local é muito influenciada pelo aporte fluvial atual do rio, que corresponde a um dos principais tributários da costa brasileira. O volume significativo de carga sedimentar aportado pelo rio na plataforma continental adjacente (PCRD) tem por conteúdo todo o histórico trazido pela bacia de drenagem do rio (ALBINO; SUGUIO, 2010; BASTOS et al., 2015; QUARESMA et al., 2015; SANTOLIN et al., 2015, OLIVEIRA; QUARESMA, 2017).

Neste relatório, serão apresentados os resultados dos seguintes estudos: Santos et al. (2015); Transpetro (2012b); Netto (2008); Aprile, Lorandi e Bianchini Jr. (2004) e Jesus et al. (2009). Como os estudos não utilizaram a mesma malha amostral e utilizaram metodologias diferentes, os resultados serão apresentados separadamente.

De maneira análoga aos sedimentos marinhos, os resultados das análises foram comparados à Resolução CONAMA nº 454/2012, que estabelece valores orientadores para a qualidade do sedimento representada em função da concentração de contaminantes, com vistas à proteção da vida aquática. De acordo com essa resolução, existem 2 níveis de limiares:

- **Nível 1 –** limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- **Nível 2 –** limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

Os resultados de metais também foram comparados com os valores empíricos de qualidade de sedimentos recomendados pela National Oceanicand Atmospheric Administration (NOAA) (BUCHMAN, 2008). Foram utilizados os índices de concentração provável de efeito (*Probable Effect Level* – PEL), que é a concentração acima do 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. Foi baseada nos valores estabelecidos pelo Canadian Council of Ministers of the Environment para arsênio, metais pesados e compostos orgânicos.

3.1.5.3 Resultados

Neste item, serão apresentados os resultados dos estudos consultados da área estuarina. Os dados levantados para sedimentos fluviais e estuarinos foram obtidos de estudos de universidades e estudos necessários ao licenciamento de empreendimentos, tais como EIA. Foram selecionados os estudos que apresentavam a base de dados necessária para o diagnóstico mais completo e com a localização mais próxima à região estuarina adjacente à foz do rio Doce. A **Figura 158** apresenta a localização dos locais de amostragem dos estudos selecionados.

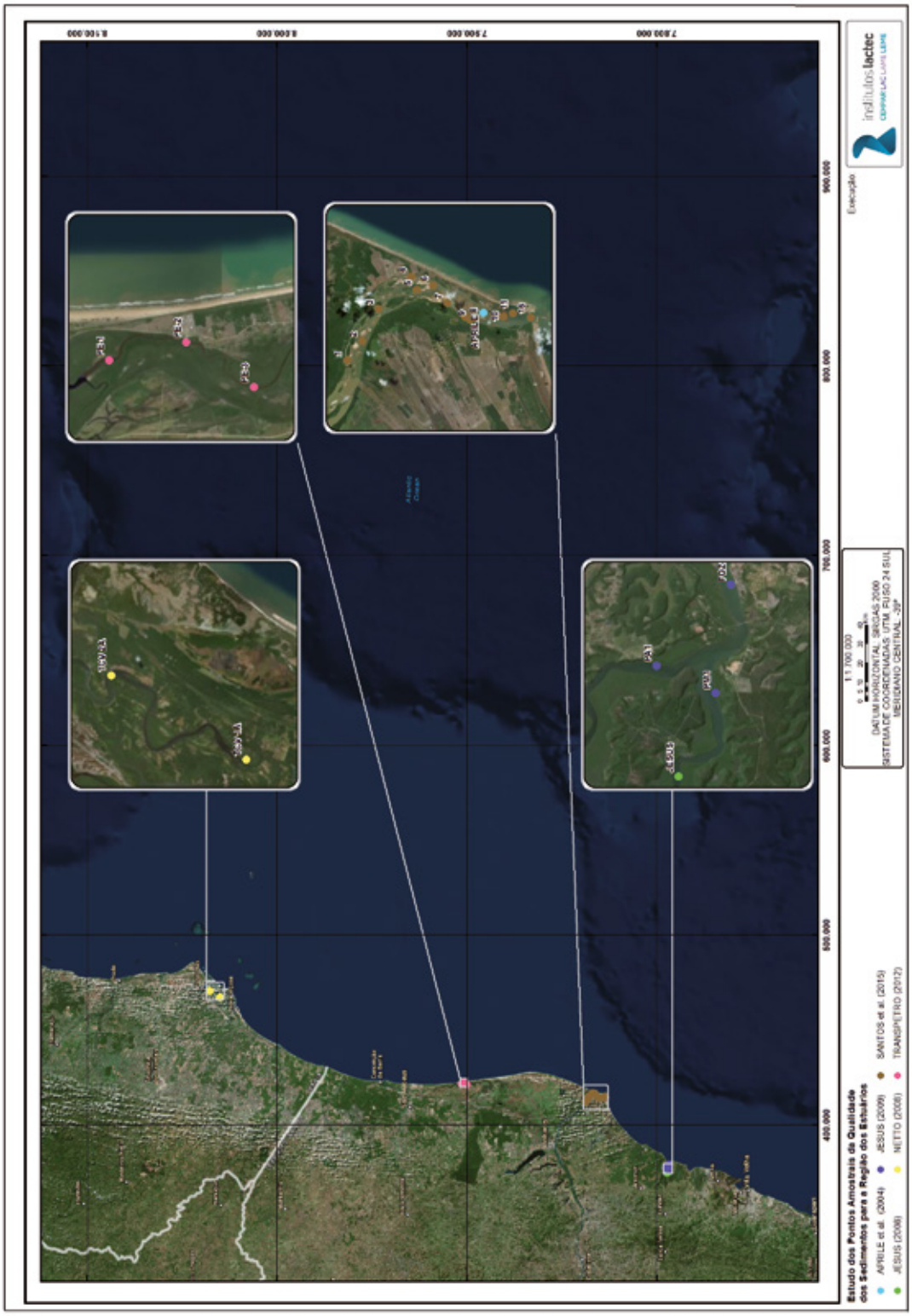


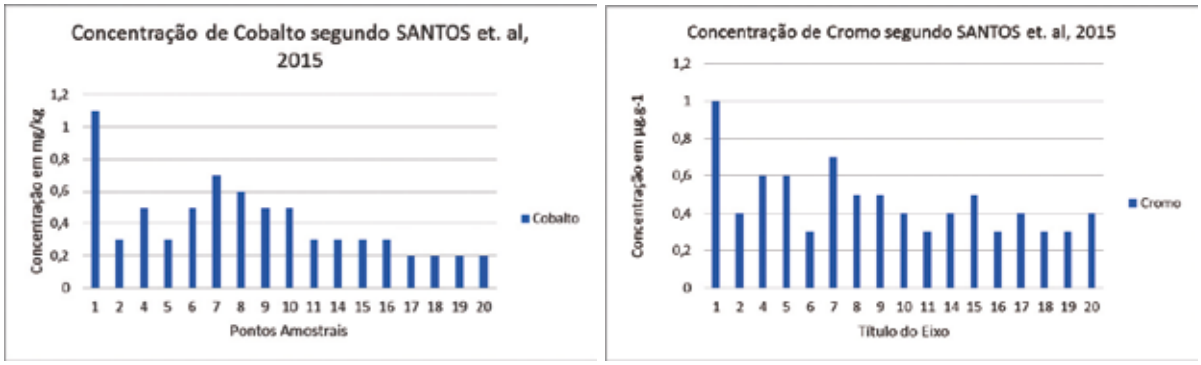
Figura 158 – Localização dos locais de amostragem dos estudos selecionados.

3.1.5.3.1 Estudo da distribuição de elementos traço em sedimentos na região do estuário do rio Doce, Brasil (SANTOS et al., 2015)

O trabalho teve por objetivo principal a investigação da distribuição de metais-traço em sedimentos na região do estuário do rio Doce, onde foram coletadas vinte amostras de sedimentos superficiais em diferentes pontos ao longo do estuário para análise. As concentrações dos elementos Co, Fe, Mn e Cr foram determinadas ao longo da região do estuário do rio Doce. Nos pontos próximos àqueles onde existe uma maior concentração de populações e atividades agrícola ou industrial, a concentração desses elementos foi maior que nos demais pontos, indicando estas como possíveis fontes desses elementos no ambiente local, além das fontes naturais desses elementos. Nenhuma amostra ultrapassou os limites definidos pelo Nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012 nem o TEL (CCME, 2002). Ressalta-se que para o cobalto não há valor definido para a Resolução CONAMA nº 454/2012.

Para o metal cobalto, na maioria dos pontos coletados a concentração sofreu pequenas variações, entre 0,1 µg/g e 0,5 µg/g, e em alguns pontos foram observados aumentos das concentrações (pontos 01, 07 e 08) (**Figura 159**). O mesmo comportamento foi observado para o cromo, que apresentou uma maior concentração nos pontos 01, 07 e 08, e que ao longo dos demais pontos as concentrações obtiveram uma pequena variação entre 0,3 µg/g e 0,5 µg/g (**Figura 159**). O cromo pode estar associado a indústrias de celulose, petroquímica, fundição de aço, metalúrgicas e outras (ARGOLO, 2001).

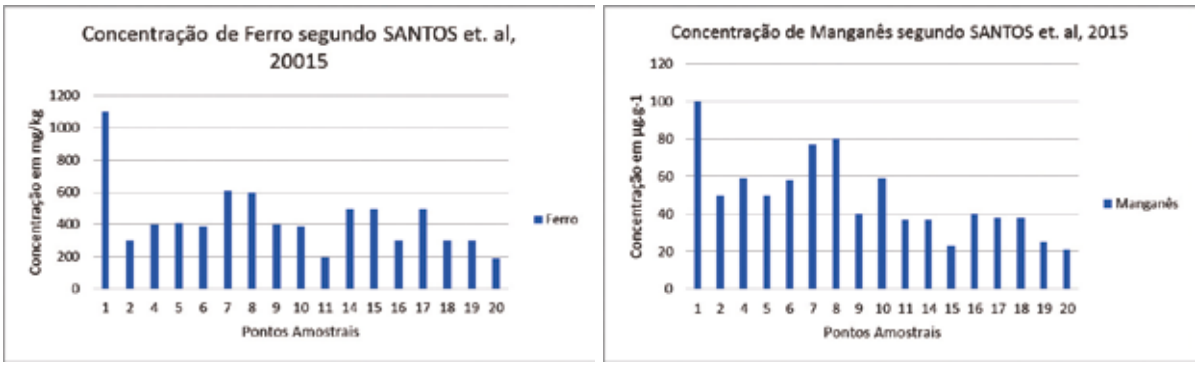
Figura 159 – Concentrações de Cobalto e Cromo nas amostras de sedimento do rio Doce.



Fonte: Santos et al. (2015), modificado por Institutos Lactec (2017).

Dos quatro elementos quantificados, o ferro foi o que apresentou maiores concentrações e também maiores variações de concentrações entre os pontos coletados. Os picos com maiores destaques dessa oscilação são pertencentes aos pontos 01, 07 e 08, respectivamente. Já nos demais pontos a variação foi pequena, porém sempre havendo um aumento e uma queda entre um ponto e outro. O ferro é um metal que normalmente está associado a outros metais, devido ao processo de coprecipitação (CALMANO, 1996) e é um elemento muito abundante em vários solos, dessa forma, a sua tendência é de altas concentrações (OLIVEIRA, 2007) (Figura 160).

Figura 160 – Concentrações de ferro e manganês nas amostras de sedimento do rio Doce.



Fonte: Santos et al. (2015), modificado por Institutos Lactec (2017).

O teor de manganês em alguns pontos coletados apresentou alterações mais significativas na concentração, nos pontos 01, 07 e 08 as concentrações foram iguais a 100,7 µg/g, 74,3 µg/g e 80,3 µg/g, respectivamente. Nos demais pontos, as concentrações sofreram pequenas variações, quase constantes. Por esses pontos serem mais próximos de atividades humanas como a agricultura, esse maior acúmulo de manganês pode ser gerado pelo uso contínuo de fertilizantes e pesticidas que são muito utilizados na agricultura (CORBI et al., 2006).

As médias da concentração dos elementos para a região estudada são de 474,76 µg/g, para o Fe, 51,18 µg/g para o Mn e 0,49 µg/g para o Cr. Assim, observa-se que os valores encontrados estão abaixo dos encontrados em sedimentos no estuário da ilha de Vitória/ES, com concentrações iguais a 48 µg/g de Fe, 246 µg/g de Mn e 89 µg/g de Cr (JESUS et al., 2004).

Os resultados mostraram que alterações do solo e os diversos tipos de poluição podem estar influenciando nessa distribuição. As concentrações dos elementos-traço por todos os pontos indicam que, nos pontos onde há uma maior atividade humana, as concentrações aumentam significativamente, enquanto a montante e a jusante a esses pontos as concentrações sofrem pequenas variações. Por este ser o primeiro trabalho desse tipo para essa região, é necessária a realização de estudos complementares a fim de se aprofundar na determinação das fontes desses elementos na região de estudo.

3.1.5.3.2 Relatório técnico: segunda e terceira campanha do programa de caracterização e monitoramento físico-químico e biológico do sedimento marinho e estuarino da área de influência do terminal norte capixaba (TRANSPETRO, 2012b)

O presente estudo teve por objetivo geral realizar a caracterização física e biológica do sedimento marinho e estuarino da área de influência do terminal norte Capixaba. A coleta de sedimento na área estuarina para a caracterização física e química foi realizada em três pontos de amostragem no estuário do rio Barra Nova, em duas campanhas amostrais (Campanha 2 e Campanha 3).

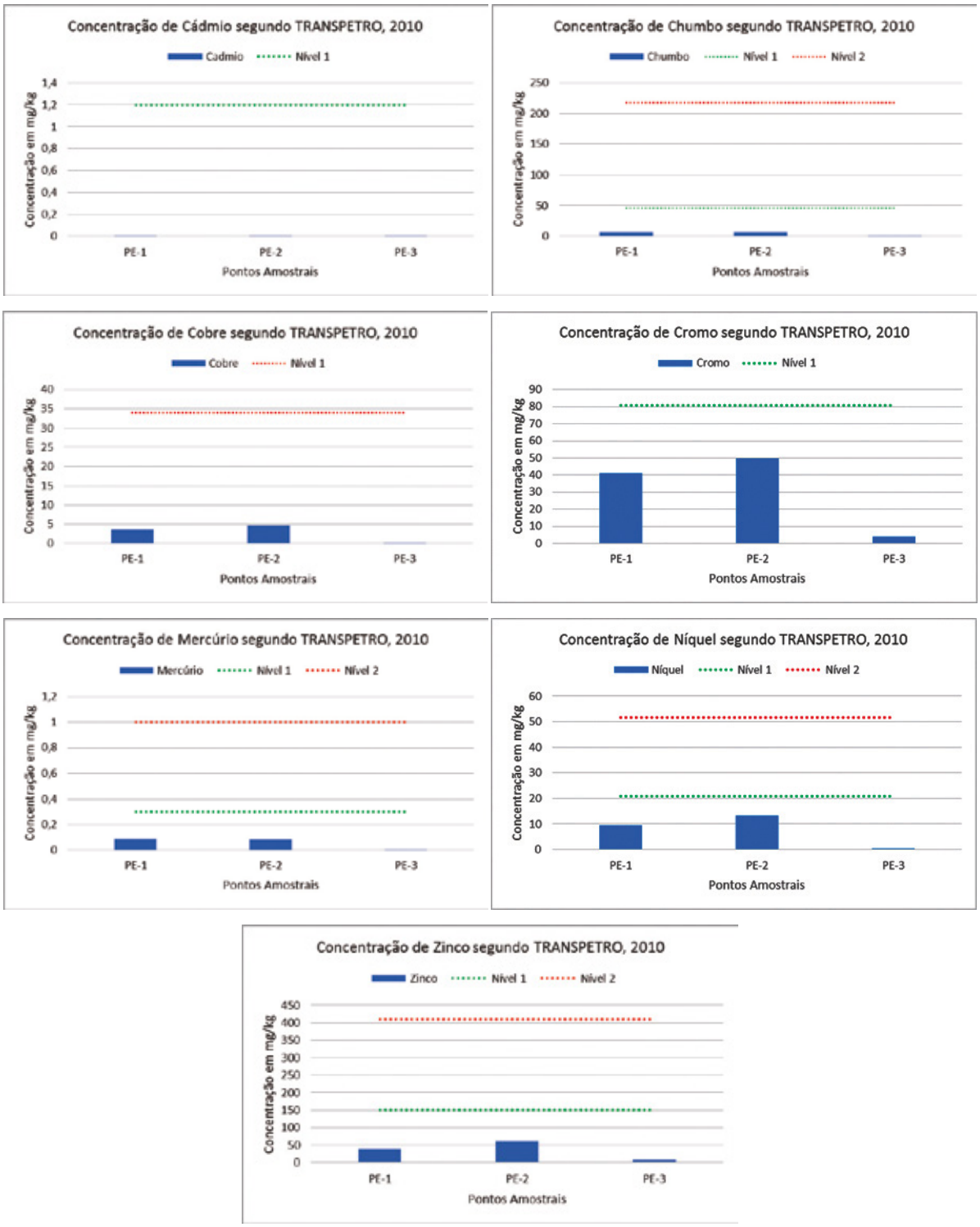
Na campanha 2, diferenças granulométricas significativas no tamanho dos sedimentos estuarinos foram observadas. As três estações estuarinas apresentaram predomínio percentual de frações granulométricas diferentes: em PE-1 dominou silte, em PE-2 dominou areia fina e em PE-3 dominou areia média.

Os sedimentos do estuário apresentaram tamanho médio na fração silte (PE-1) e areia fina (PE-2 e PE-3) e, quanto ao selecionamento, são considerados como pobremente selecionados, de acordo com a classificação de Folk e Ward (1957), refletindo variações na energia do fluxo durante a deposição. O predomínio da fração lama (quando silte e argila são consideradas conjuntamente) e da fração areia fina é característico das condições de baixa energia típicas do estuário. A estação PE-1, ponto mais a jusante do estuário, apresentou o maior teor de lama e uma curva de distribuição com assimetria muito positiva, refletindo uma menor energia e uma menor contribuição de sedimentos arenosos. As demais estações estuarinas foram enquadradas como de assimetria positiva. Distribuições classificadas como de assimetria positiva (com grandes quantidades de sedimentos finos) sugerem uma tendência deposicional na região (ANGUSAMY; RAJAMANICKAM, 2007). Por fim, a curtose das amostras foi platicúrtica nas estações PE-1 e PE-3 – refletindo distribuições bimodais –, e muito leptocúrtica na estação PE-2, resultado da cauda de sedimentos mais finos.

Para a campanha 3, o PE-2 apresentou a maior contribuição da fração lama (quando silte e argila são consideradas em conjunto) e texturalmente pode ser classificado como silte arenoso pelo diagrama argila-silte-areia. Os pontos a montante (PE-3) e a jusante (PE-1) mostram uma maior similaridade granulométrica, sendo classificados como areia lamosa e areia siltosa, respectivamente. A curva de distribuição das frações granulométricas desses sedimentos mostrou uma assimetria muito negativa em PE-2 e muito positiva em PE-1 e PE-3. No caso de PE-2, a assimetria negativa reflete a importância das frações lamosas. O menor tamanho dos sedimentos em PE-2, em comparação com PE-1 e PE-3, já havia sido registrado na campanha anterior de setembro de 2011 e se deve à posição mais abrigada desse trecho do estuário que não sofre tanta influência dos ciclos de enchente e vazante (PE-1) ou da maior energia da posição mais a montante (PE-3).

Para as análises de metais nos sedimentos dos três pontos coletados, as concentrações de cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco ficaram abaixo do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 454/2012 em todos os pontos amostrais do ambiente estuarino.

Figura 161 – Concentrações dos metais analisados (cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco) nos sedimentos estuarinos no programa de caracterização e monitoramento realizado pela Transpetro.

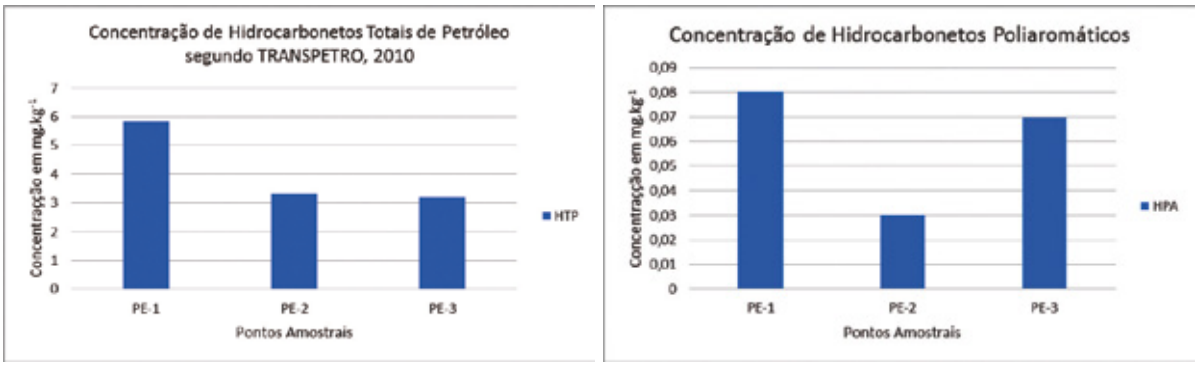


Fonte: Transpetro (2012b), modificado por Institutos Lactec (2017).

A concentração de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTPs) na área de estudo apresentou a maior concentração no PE-1 do ambiente estuarino. Para as análises de HPAs realizadas nas amostras

estuarinas, houve somente concentração de naftalenos nas amostras dos sedimentos dos pontos PE-1 e PE-3; porém estiveram abaixo do limite estipulado pela Resolução CONAMA nº 454/2012.

Figura 162 – Concentração de HTPs e HPAs analisados nos sedimentos estuarinos no programa de caracterização e monitoramento realizado pela Transpetro.



Fonte: Transpetro (2012b), modificado por Institutos Lactec (2017).

Em termos de qualidade ambiental, valores de HTPs inferiores a 100 $mg.kg^{-1}$ indicam áreas não poluídas (QUEIROZ; CELINO, 2008), enquanto concentrações superiores a 300 $mg.kg^{-1}$ as classificam como poluídas (QUEIROZ; CELINO, 2008). Nenhuma das estações excedeu o valor de 100 $mg.kg^{-1}$, o que demonstra ausência de contaminação por hidrocarbonetos totais do petróleo na região do Terminal Norte Capixaba.

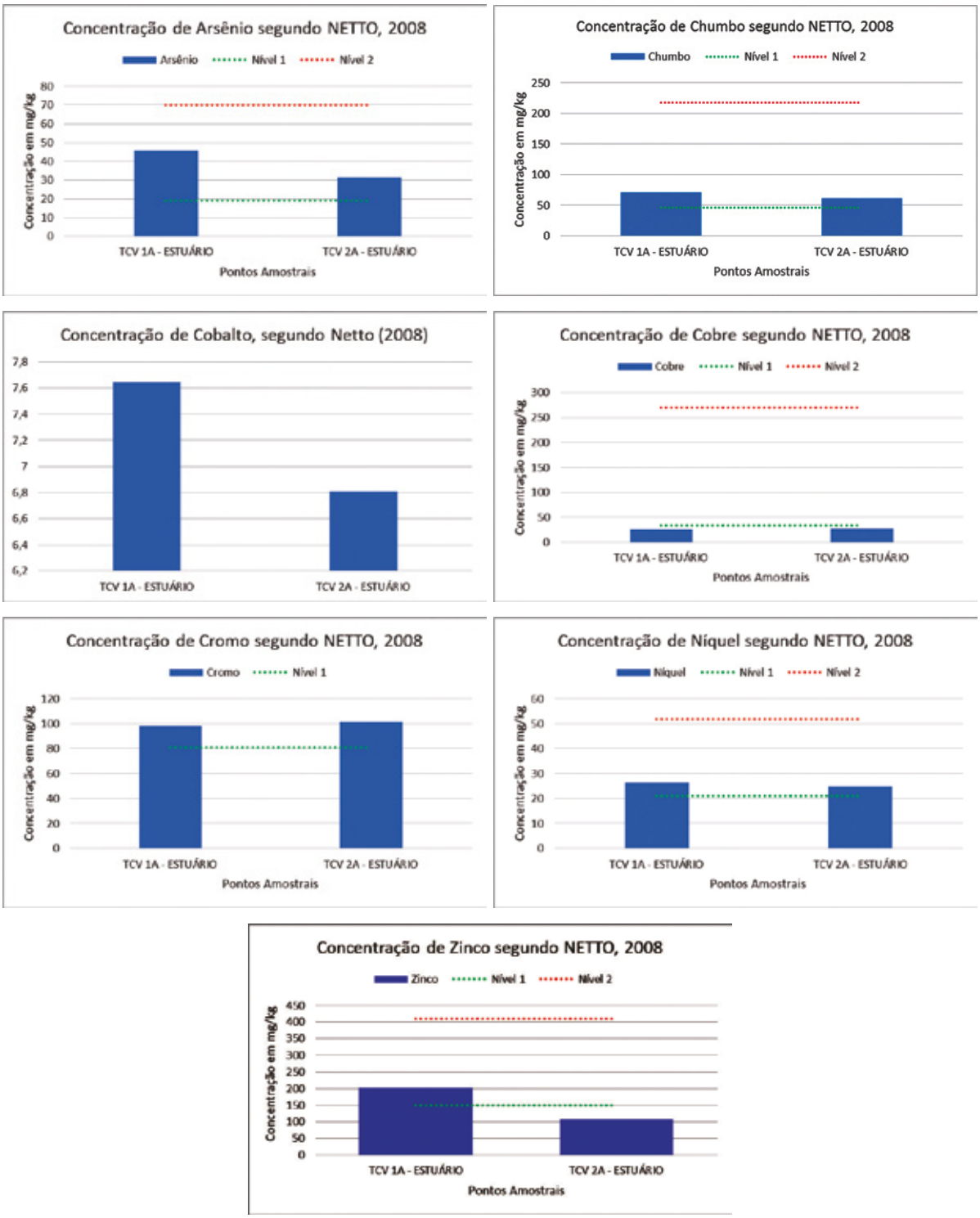
3.1.5.3.3 Modificações da zona costeira do extremo sul da Bahia nos últimos 150 anos, e sua relação com a sedimentação do banco de Abrolhos (NETTO, 2008)

Com o objetivo de reconstruir o processo de uso e ocupação do solo foram coletados seis testemunhos de sedimento inconsolidado na zona costeira do complexo recifal de Abrolhos, no estuário do rio Caravelas. A planície costeira de Caravelas é constituída por pequenos rios da ordem de poucas dezenas de quilômetros de extensão, a confluência desses pequenos cursos d'água formam o estuário do rio Caravelas. Foram coletados dois testemunhos na zona estuarina, o testemunho TCV 1A, coletado em uma porção desse complexo estuarino chamada de largo, a montante do segundo, e TCV 2A, que foi coletado em um meandro do rio, a cerca de 10 km da desembocadura do rio Caravelas.

Os resultados da análise granulométrica indicam que as concentrações de areia, silte e argila presentes nos testemunhos são bastante diferentes entre si. O testemunho TCV 2A apresenta uma concentração mais elevada de argila (cerca de 80%), quando comparado ao testemunho TCV 1A (cerca de 50%). No primeiro testemunho, a deposição de sedimentos arenosos se mostra bastante irregular, marcada por elevação episódica nos teores de areia. O teor percentual de matéria orgânica presente nos testemunhos variou entre 7,7 a 12% no testemunho TCV 2ª, e entre 4,1 a 9,8% no testemunho TCV 1A. A concentração média da matéria orgânica ao longo do testemunho TCV 2A foi de 9,8%, enquanto no TCV 1A foi de 7,2%.

Algumas amostras apresentam valores acima do Nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012, como o arsênio, chumbo, cromo, níquel e zinco nos testemunhos TCV 1A e TCV 2A (**Figura 163**).

Figura 163 – Concentrações de metais analisados no estuário rio Caravelas/ES.



Fonte: Netto (2008).

Em ambos os testemunhos foi observado um comportamento similar de aumento das concentrações dos metais, da base em direção ao topo do testemunho, para os elementos chumbo e níquel. No TCV 1A, esse comportamento também foi observado para os elementos cromo, zinco e cobre, indicando um aumento das concentrações desses metais em direção ao topo. Diferentemente, no testemunho TCV 2A foi observado que, para os elementos cromo, zinco e cobre, houve uma pequena redução nas suas concentrações desses elementos ao longo do tempo.

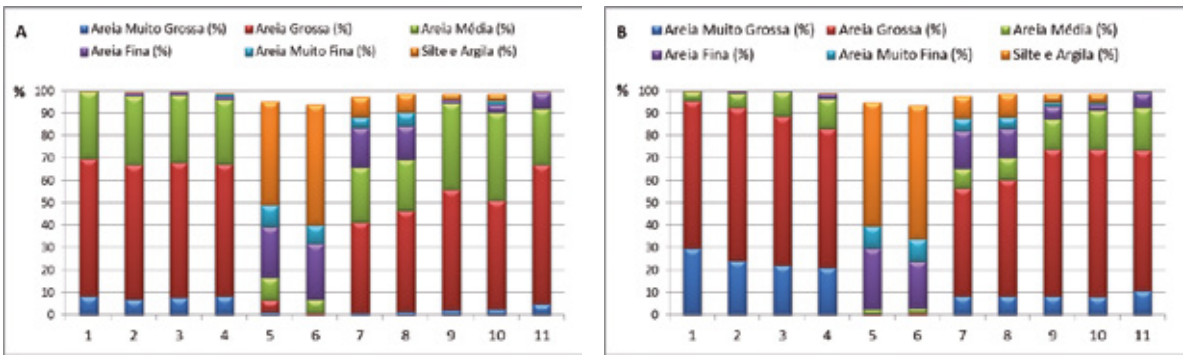
As concentrações dos elementos químicos cobalto, níquel, zinco, arsênio, vanádio, bário, chumbo e ferro são superiores no testemunho TCV 1A, quando comparadas ao testemunho TCV 2A, a situação oposta ocorre com o cromo, manganês, alumínio, magnésio. Os valores de cobre são bastante similares em ambos os testemunhos.

3.1.5.3.4 A dinâmica costeira e os processos erosivos na foz do rio Doce, Espírito Santo (APRILE; LORANDI; BIANCHINI JR., 2004)

Aprile, Lorandi e Bianchini Jr. (2004) realizaram este estudo, entre 1993 e 1998, com o objetivo de avaliar a influência da dinâmica costeira e dos processos erosivos na geomorfologia da foz do rio Doce, localizada no Espírito Santo. Foram realizadas análises texturais em amostras de solos e sedimentos. O estudo também apresenta uma descrição cartográfica baseada na geomorfologia da região. Foram estabelecidos 11 pontos de amostragem distribuídos ao longo da foz do rio Doce. Estes foram monitorados durante os períodos de estiagem e chuvas nos anos referentes à pesquisa. Foi determinada a composição granulométrica pelo método clássico de peneiramento fracionado.

Os resultados granulométricos das amostras coletadas estão apresentados na **Figura 164**. Os dados revelaram o predomínio de sedimentos e solos arenosos, sendo que os percentuais de areia grossa e muito grossa, incluindo seixos, foram sensivelmente maiores em direção à desembocadura do rio (ponto 1). Houve uma influência direta da ação das chuvas sobre o tamanho das partículas dos sedimentos. Durante esses períodos, mais de 80% da composição dos sedimentos do canal central era formada por areia grossa e muito grossa. Já na região da baía (pontos 5 e 6) houve um predomínio das frações mais finas, com teores de silte e argila variando de 45% na estiagem para 55% durante as chuvas.

Figura 164 – Valores percentuais da análise granulométrica dos pontos para os períodos de estiagem- A e chuvas – B na foz do rio Doce.

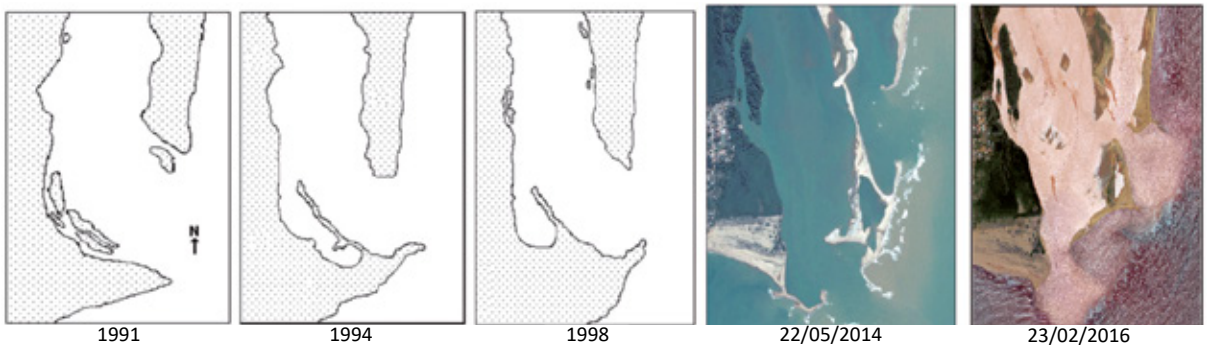


Fonte: Aprile, Lorandi e Bianchini Jr. (2004), modificado por Institutos Lactec (2017).

Os resultados da frequência de classes do diâmetro médio dos sedimentos e solos analisados revelaram um predomínio de partículas com diâmetro entre 0,5 e 1,0 mm, com exceção dos pontos 5 e 6 (< 0,053 mm). Ao comparar o diâmetro das partículas com a velocidade da corrente fluvial na foz do rio Doce, observou-se que ocorreu uma deposição praticamente imediata do material em suspensão, formando uma barra com extremidade voltada para o sul, que forçou o rio a deslocar sua foz nessa direção. Posteriormente, começou a ação do mar, que removeu o material fino e depositou o material grosseiro ao longo da costa, formando cordões litorâneos. A carga em suspensão foi bem maior que a carga dissolvida, principalmente nos períodos de chuvas. Areias são mais facilmente erodidas, de modo

que houve trechos no canal central que favoreceram o assoreamento do rio, possibilitando a formação de inúmeros bancos de areia, que com o passar do tempo se uniram às margens do rio formando uma pequena baía, a qual foi posteriormente erodida. Observando-se os mapas de 1991 a 2016 da foz do rio Doce, é possível verificar a mudança acentuada na forma de seu posicionamento (**Figura 165**).

Figura 165 – Mapas evidenciando a influência da dinâmica costeira e processos erosivos na geomorfologia da foz do rio Doce entre 1991 e 2016.



Fonte: Aprile, Lorandi e Bianchini Jr. (2004), imagens dos satélites SPOT 7 e World View 3, respectivamente, modificado por Institutos Lactec (2017).

3.1.5.3.5 Avaliação da poluição ambiental dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Santa Cruz/ES) através da análise de águas, biomonitores e sedimentos

Pode-se observar na **Tabela 41** que as concentrações de metais estão abaixo do Nível 1 (baixa probabilidade de efeitos adversos na biota), exceto para arsênio, que está entre o Nível 1 e 2 (Nível 2 - provável efeito adverso na biota). Ou seja, os sedimentos podem ser considerados como não poluídos por metais, e as concentrações obtidas para o estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim são semelhantes à de outros trabalhos realizados nesse estuário (JESUS et al., 2008). Os resultados foram comparados com a Resolução CONAMA nº 344/2005, resolução anterior à publicação da Resolução CONAMA nº 454/2012.

Tabela 41 – Dados de concentração média de zinco (Zn), cobre Cu), arsênio (As), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e matéria orgânica volátil (MOV) sedimentos de fundo na foz do rio Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, e na região próxima à desembocadura com o mar.

ESTUÁRIO	Zn	Cu	As	Pb	Cd	MOV
Piraquê-Açu (Jesus, 2008)	52	10	34	19	0,25	23
Ponto Foz (Jesus, 2009)	59	8,9	47	18,1	0,061	20,3
Piraquê-Açu (Jesus, 2009)	57	9,5	30	16,1	0,066	28,7
Piraquê-Mirim (Jesus, 2009)	56	8,5	34	15,7	0,072	26
Conama 344 Nível 1	150	34	8,2	47	1,2	COT= 10
Conama 344 Nível 2	410	270	70	218	9,6	COT= 10

3.1.6 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE FUNDOS INCONSOLIDADOS

Os organismos bênticos são aquelas espécies que vivem em relação íntima com o fundo, seja para se fixar (organismos sésseis), escavar e/ou caminhar sobre sua superfície (epifaunais), nadar próximo ao fundo (nectônicos) ou mesmo alojar-se nele (infaunais) (VÉLEZ, 1971).

Os animais bênticos compreendem uma grande comunidade ecológica, podendo habitar desde ambientes considerados semiterrestres até as grandes profundidades, contudo sempre apresentando alguma relação com o fundo.

A comunidade bêntica é complexa incluindo desde bactérias a plantas superiores (fitobentos) a animais (zoobentos) em diferentes níveis da cadeia alimentar. Essa comunidade é extremamente diversificada e caracterizada pelo grande número de taxa. Encontramos representantes bênticos praticamente em todos os filos, desde protozoários até macroinvertebrados de grandes dimensões e os vertebrados. Os grupos zoológicos mais expressivos com relação ao número de taxa são os cnidários, poliquetas, moluscos e crustáceos (NYBAKKEN, 2001).

Os animais bênticos também podem ser classificados de acordo com os seus tamanhos. O microbentos é composto por organismos com tamanho inferiores a 0,063 mm, o meiobentos pelos organismos entre 0,064 a 1,0 mm, o macrobentos acima de 1,0 mm e o megabentos acima de 10 mm (NYBAKKEN, 2001).

Apesar de alguns registros desde meados do século XVII, o conhecimento dos invertebrados bênticos no Brasil continua insatisfatório, principalmente com relação à micro e meiofauna. A partir da década de 1970, houve um incremento significativo no conhecimento da zoologia no país. Entretanto, alguns filos nunca foram registrados para nossa costa, evidentemente por falta de estudos, como Placozoa, Mesozoa, Gnathostomulida, Loricifera e Cycliophora. O bentos das regiões Sudeste e Sul é, sem dúvida, o melhor conhecido da costa brasileira, com exceção do Espírito Santo. Isso se deve à existência de grupos de pesquisa já consolidados e à grande quantidade de amostras coletadas (LANA et al., 1996; AMARAL; JABLONSKI, 2005).

3.1.6.1 Área de abrangência

Para a caracterização da fauna bêntica dos estuários possivelmente atingidos em decorrência do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, foi considerada como área de abrangência para o levantamento bibliográfico toda a zona costeira do Espírito Santo.

3.1.6.2 Metodologia

A avaliação do estado do conhecimento sobre a diversidade biológica das comunidades bênticas teve por objetivo principal identificar o conhecimento existente, até o presente momento, da fauna dos estuários, manguezais e praias visando dar embasamento de comparações com os resultados gerados no diagnóstico ambiental.

Para elaboração desse documento, foram utilizadas as mesmas estratégias de buscas das demais comunidades bênticas do ambiente marinho já descritas no item 2.7.2. Contudo, durante a recuperação das informações, alguns estudos podem não ter sido citados nesta compilação, esses trabalhos serão incluídos nos próximos estudos dessa região.

3.1.6.3 Resultados

As comunidades bênticas dos estuários são constituídas por um conjunto de espécies tipicamente da zona de estuário e espécies que neles penetram vindas do mar, mais um pequeno número de espécies com a capacidade osmorreguladora que lhes permite entrar e sair do meio de água doce. Polychaeta é o Filo mais expressivo em número de taxa nos estuários (VÉLEZ, 1971).

Os organismos bênticos de estuários e áreas afins são aquelas espécies que vivem em relação íntima com o fundo, seja para se fixar (organismos sésseis), escavar e/ou caminhar sobre sua superfície (epifaunais), nadar próximo ao fundo (nectônicos) ou mesmo alojar-se nele (infaunais) (VÉLEZ, 1971).

Várias espécies bênticas apresentam importância sanitária e comercial, principalmente as espécies estuarinas como moluscos e crustáceos, que são coletadas *in natura* ou utilizadas para engorda e cultivo, como, por exemplo, as ostras de mangue do gênero *Ostrea* sp. e *Crassostrea* sp., o berbigão *Anomalocardia brasiliana* e os caranguejos *Ucides cordatus* e *Cardissoma guanhumi*.

Poucos estudos taxonômicos foram realizados com espécies bênticas nas áreas estuarinas do estado. Magris e Loureiro Fernandes (2005) realizaram um estudo no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, com o objetivo de levantar informações sistemáticas e ecológicas sobre a ocorrência das larvas dos decápodes Porcellanidae. Foram encontradas 2 espécies (*Petrolisthes armatus* e *Pachycheles monilifer*) e 1 gênero (*Megalobrachium*) da família Porcellanidae, todos de *habitats* costeiros. *P. armatus* foi a espécie mais abundante e com maior constância na sua ocorrência.

Venekey, Fonseca-Genevois e Santos (2010) realizaram uma revisão sobre a biodiversidade de Nematoda em estuários incluindo a costa do Espírito Santo.

A maioria dos estudos desenvolvidos tratou da ecologia dos organismos bênticos.

Augusto (2010) desenvolveu um estudo utilizando a resposta da macrofauna bentônica para avaliação de estresse ambiental em estuários, no Canal da Passagem em Vitória.

O objetivo do trabalho de Neves (2014) foi avaliar a composição e distribuição espaço-temporal da comunidade bentônica e relacioná-los com os efeitos antrópicos e ambientais observados no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra, e no estuário de Barra Nova no município de São Mateus. A autora constatou que, em comparação entre os dois estuários, a fauna bentônica se comportou de forma semelhante, sugerindo principalmente os fatores naturais como os responsáveis pelas mudanças na estrutura da fauna.

Os relatórios técnicos de licenciamento contribuíram para o levantamento das espécies dos estuários (BIODINÂMICA, 2007; PETROBRAS, 2010; ALGADERMIS, 2010).

Uma breve revisão crítica sobre os trabalhos realizados em estuários foi realizada por Bernardino et al. (2016). O principal objetivo do estudo foi rever o conhecimento sobre comunidades bentônicas estuarinas, em nível de comunidades, dos bentos estuarinos e processos ecológicos associados. Para o Espírito Santo, os autores citam estudos em áreas urbanas poluídas, como o principal enfoque do conhecimento da mega e macrofauna de estuários. Os pesquisadores citaram apenas dois estudos até 2012 para os estuários do Espírito Santo, que foram realizados na baía de Vitória, desenvolvidos por Nalesso et al. (2005a), com comunidades de bentos de fundos inconsolidados, e Zalmon, Krohling e Ferreira (2011), com comunidades de organismos sésseis.

As primeiras amostragens de organismos bênticos na região da foz do rio Doce e zona litorânea após o rompimento da barragem foram realizadas pela equipe da UFES.

No estudo realizado por Gomes et al. (2017), a macrofauna bêntica foi amostrada em dez estações na foz do rio Doce, com a periodicidade variando de 11 dias antes da chegada da pluma com os rejeitos da mineradora a 2 dias após a área ter sido impactada. Em paralelo às amostragens biológicas, foram colhidas amostras de sedimentos e água para a caracterização da área e verificação dos índices de contaminação.

Os seguintes *taxa* (23) foram coletados neste estudo: entre os Annelida *Amphicteis* sp., *Capitella capitata*, *Cirrophorus* sp., *Glycera* sp., *Heteromastus similis*, *Isolda pulchella*, *Laeonereis* sp., *Magelona* sp., *Mediomastus* sp., *Alitta succinea*, *Pholoe* sp., *Polydora* sp., *Sigambra grubii*, *Sthenelais* sp. e Oligochaeta; os Mollusca capturados foram *Tellina* sp., *Tagelus plebeius*, *Macoma* sp., *Melanoides* tuberculata e *Heleobia australis*; o Cumacea *Diastylis* sp.; Nemertea e o Diptera Chironomidae. As larvas de Chironomidae foram as mais abundantes somando 63% do total da amostra.

O relatório técnico coordenado por Valle (2017) apresenta uma síntese dos padrões de biodiversidade após o rompimento da barragem. As coletas foram realizadas em setembro de 2016 e contemplou apenas duas estações no ambiente estuarino e duas estações no ambiente marinho. As estações estuarinas localizaram-se na foz do rio Doce, no município de Regência. As coletas no ambiente marinho foram realizadas em áreas com recifes coralíneos, nas proximidades de Barra Nova, na parte sul do banco de Abrolhos. No estudo, a maior ênfase foi dada para a comunidade bêntica dos recifes de corais.

Nas duas estações estuarinas foram coletados 1.297 indivíduos distribuídos em 18 *taxa*, que são: Polychaeta *Pisione parhelenae*, *Laeonereis culveri*, *Notomastus* sp., *Paraprionospio pinnata*, *Polydora* sp., *Lumbrineris* sp., *Scolelepis* sp., *Hermundura tricuspis*, Hirudinea, Oligochaeta Naididae, Mollusca *Mactra janeiroensis*, *Austromacoma constricta*, Diptera, *Polypedilum* sp., *Coelotanypus* sp., Isopoda *Eurydice* sp., Ostracoda, Decapoda *Metharpinia* sp. e Hemichordata *Glossobalanus* sp. Não foram realizados cálculos de índices ecológicos, tampouco análises estatísticas dos dados.

A **Tabela 42** apresenta uma lista de *taxa* registrados em literatura para ambientes costeiros do estado do Espírito Santo. Foram incluídos nessa lista os *taxa* citados na literatura consultada até o momento. É provável que novos *taxa* sejam adicionados no decorrer do diagnóstico na medida em que novas literaturas sejam somadas no levantamento estimado para a região. Foram inclusas na lista espécies utilizadas em cultivos da região.

Tabela 42 – Lista de *taxa* registrados em literatura para ambientes costeiros do estado do Espírito Santo.

FILO NEMATODA
FILO NEMERTEA
FILO SIPUNCULA
Ordem Golfingiida
Golfingia sp. (Lankester, 1885)
FILO MOLLUSCA

CLASSE BIVALVIA
Família Arcidae
Arca imbricada Bruguière, 1789
Barbatia candida (Helbling. 1779)
Anadara notabilis (Röding, 1798)
Lunarca ovalis (Bruguière, 1789)
Família Cardiidae
Trachycardium muricatum (Linnaeus, 1758)
Família Chamidae
Chama congregata Conrad, 1833
Família Crassatellidae
Crassinella lunulata (Conrad, 1834)
Família Donacidae
Donax hanlevanus Philippi, 1842
Iphigenia brasiliana (Lamarck, 1818)
Sanguinolaria sanguinolenta (Gmelin, 1791)
Família Glycymerididae
Glycymeris longior (Sowerby, 1833)
Família Limidae
Lima pelúcida C.B. Adams, 1846
Família Lucinidae
Codakis costata (Orbigni, 1842)
Divaricella quadrisulcata (Orbigny, 1842)
Lucina pectinata (Gmelin, 1791)
Família Matridae
Mactrellona alata (Spengler, 1802)
Mulinia cleryana (Orbigny, 1846)
Raeta, plicatella (Lamarck, 1818)
Família Mesodesmatidae
Mesodesma mactroides Deshayes, 1854
Família Mytilidae
Brachidontes exustus (Linnaeus, 1758)
Mytella guyanensis (Lamarck, 1819)
Mytella falcata (D' Orbigny, 1846)
Mytella charruana (D´Orbigny, 1846)
Perna perna (Linnaeus, 1758)
Família Nuculidae
Nucula sp. (Lamarck, 1799)
Família Ostreidae
Crassostrea rhizophorae (Guildins, 1828)
Família Pinnidae
Atrina seminuda (Orbiny, 1846)
Família Pholadidae
Cyrtopleura costata (Linnaeus, 1758)

Pholas campechiensis Gmelin, 1791
Família Pectinidae
Chlamys tehuelchus (Orbigny, 1846)
Família Semelidae
Semele profícua (Pulteney, 1799)
Semele purpurascens (Gmelin, 1791)
Família Solecurtidae
Tagelus plebeius (Lightfoot, 1786)
Família Solenidae
Solen tehuelchus Hanley, 1842
Família Spondylidae
Spondylus americanos Hermann, 1871
Família Teredinidae
Nausitora fusticula (Jeffreys, 1860)
Bankia bagidaensis (Roch, 1931)
Bankia fimbriatula (Moll; Roch, 1931)
Bankia rochi (Moll, 1931)
Nausitora fusticula (Jeffreys, 1860)
Neoteredo reynei (Bartsch, 1920)
Psiloteredo healdi (Bartsch, 1931)
Teredo turnerae (Müller; Lana, 2004)
Família Veneridae
Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791)
Chione pubera (Bory Saint-Vincent, 1827)
Dosinia concentrica (Born, 1778)
Tivela mactroides (Born, 1778)
Família Tellinidae
Tellina radiata Linnaeus, 1758
Tellina lineat Turton, 1819
Strigilla carnaria (Linnaeus, 1758)
Macoma constricta (Bruguière, 1792)
CLASSE GASTROPODA
Família Acmaeidae
Collisella subrugosa (Orbigny, 1846)
Família Acteocinidae
Acteocina bullata (Kiener, 1834)
Família Aplysiidae
Aplysia brasiliana Rang, 1828
Família Buccinidae
Pisania pusio (Linnaeus, 1758)
Buccinanops gradatum (Deshayes, 1844)
Família Cancellariidae
Cancellaria reticulata (Linnaeus, 1767)
Família Cerithiidae

Cerithium atratum (Born, 1778)
Família Capulidae
Capulus incurvatus (Gmelin, 1791)
Família Calytraeidae
Credidula aculeata (Gmelin, 1791)
Credidula protea (Orbigny, 1835)
Família Bullidae
Bulla striata Bruguière, 1792
Família Columbellidae
Columbella mercatoria (Linnaeus, 1758)
Anachis lavrata (Sowerby, 1832)
Família Conidae
Conus beddomei Sowerby, 1901
Família Cymatiidae
Cymatium parthenopeum parthenopeum (von Salli, 1793)
Família Epitoniidae
Epitonium angulatum (Say, 1830)
Família Fasciolariidae
Leucozonia nassa (Gmelin, 1791)
Famíla Fissurellidae
Hemitoma octoradiata (Gmelin, 1791)
Diodora cavenensis (Lamarck, 1822)
Fissurela rósea (Gmelin, 1791)
Família Hidrobiidae
Heleobia australis (D´Orbiny, 1835)
Família Cerithiidae
Cerithium atratum, (Born, 1778)
Família Littorinidae
Littorina ziczac (Gmelin, 1791)
Littorina flava King & Broderip, 1832
Família Marginellidae
Persicula largillieri (Kiener, 1834)
Família Muricidae
Siratus senegalensis (Gmelin, 1790)
Trophon pelseneeri E.A. Smith, 1915
Família Nassariidae
Nassarius vibex (Say, 1822)
Família Naticidae
Natica lívida Pfeiffer, 1840
Natica canrena (Linnaeus, 1758)
Polinices lacteus (Guilding, 1833)
Família Neritidae
Neritina virginea (Linaeus, 1758)
Família Olividae

Olivancillaria vesica vesica (Lamarck, 1810)
Olivancillaria vesica auricularia (Lamarck, 1810)
Olivella minuta (Link, 1807)
Família Ovulidae
Simnia uniplicata (Sowerby, 1848)
Cyphora gibbosum (Linnaeus, 1758)
Família Phasianellidae
Tricolia affinis (C.B. Adams, 1850)
Família Rissoidae
Alvania auberiana d´Orbigni, 1842
Família Terebridae
Hastula cinérea (Born, 1778)
Terebra brasiliensis (E.A. Smith, 1873)
Família Thaididae
Thais haemastoma (Linnaeus, 1767)
Morula nodulosa (C.B. Adams, 1845)
Família Triviidae
Trivia candidula Gaskoin, 1835
Família Trochidae
Tegula viridula (Gmelin, 1791)
Família Turbinidae
Astraea latispina (Philippi, 1844)
Astraes tecta (Philippi, 1846)
Família Turbinellidae
Vasum cassiforme (Kiener, 1841)
Família Turritellidae
Turritella exoleta (Linnaeus, 1758)
Família Volutidae
Odontocymbiola americana (Reeve, 1856)
CLASSE SCAPHOPODA
FAMÍLIA Dentaliidae
Antalis disparile (Orbigny, 1842)
CLASSE POLYCHAETA
Família Amphinomidae
Paleanotus chrysolepsis Schmarda, 1861
Família Aphroditidae
Pontogenia chrysocoma (Baird, 1865)
Família Dorvilleidae
Dorvillea sp.
Família Sigalionidae
Pisione parhelenae (Wilde & Govaere, 1995)
Família Glyceridae
Glycera americana (Leidy, 1855)
Glycera dibranchiate (Ehlers, 1869)

Glycinde multidens Müller in Grube, 1858
Hemipodia simplex (Grube, 1857)
Hemipodus olivieri Orensanz & Gianuca, 1974
Família Goniadidae
Goniadides carolinae (Day, 1973)
Goniada brunnea Treadwell, 1906
Goniada teres (Treadwell, 1931)
Família Syllidae
Syllis sp.
Syllis gracilis Grube, 1840
Exogone breviantennata Hartmann-Schröder, 1959
Exogone gemmifera Pagenstecher, 1862
Haplosyllis spongicola (Grube, 1855)
Sphaerosyllis sp.
Odontosyllis sp.
Trypanosyllis sp
Typosyllis sp.
Família Magelonidae
Magelona nonatoi Bolivar & Lana, 1986
Magelona sp.
Família Paraonidae
Aedicira sp.
Aricidea sp. Webster, 1879
Cirrophorus sp.
Paraonis sp.
Família Nereididae
Ceratonereis sp.
Laeonereis acuta (Treadwell, 1923)
Laeonereis culveri (Webster, 1879)
Namalycastis abiuma (Grube, 1811)
Neanthes succinea Frey & Leuckart, 1868
Nereis oligohalina (Rioja, 1946)
Gymnonereis sp.
Família Capitellidae
Capitella capitate (Fabricius, 1780)
Notomastus sp.
Família Chrysopetalidae
Chrysopetalum sp.
Família Spionidae
Laonice sp.
Scolelepis sp.
Spiophane bombyx (Claperède, 1870)
Prionospio steenstrupi (Malmgren, 1867)
Paraprionospio pinnata (Ehlers, 1901)

Polydora sp.
Família Hesionidae
Ophiodromus sp.
Família Lumbrineridae
Lumbrineris coccinea (Renier, 1804)
Lumbrineris latreili (Audouin & Milne-Edwards, 1834)
Lumbrineris magalhaensis Kinberg, 1865
Lumbrineris sp.
Scoletoma treadwelli (Hartman, 1956)
Família Ampharetidae
Amphicteis sp.
Isolda sp.
Família Pilargidae
Hermundura tricuspis Müller, 1858
Sigambra grubei Müller in Grube, 1858
Família Sigalionidae
Ancistrosyllis sp.
Sigambra sp.
Sthenelais articulate Kingberg, 1856
Sthenelanella atipica
Família Eunicidae
Eunice sp.
Eunice cariboea Grube, 1856
Eunice conglomerans Ehlers, 1887
Eunice donathi Carrera-Parra and Salazar-Vallejo, 1998
Eunice edwinlinkae Carrera-Parra & Slazar-Vallejo, 1998
Eunice filamentosa Grube, 1856
Eunice fucata Ehlers, 1887
Eunice marcusi Zanol, Paiva & Attolini, 2000
Eunice mutilate samoae Hartmann-Schröder, 1965
Eunice ornate Andrews, 1891
Nematonereis sp.
Família Onuphidae
Diopatra cuprea (Bosc, 1802)
Mooreonuphis sp.
Família Opheliidae
Polyophthalmus sp.
Família Orbiniidae
Scoloplos sp.
Família Terebellidae
Streblosoma sp.
Pista macrolobata (Hessle, 1917)
Pista sp.
Família Owenia

Owenia fusiformis Delle Chiaje, 1844
Família Pholoididae
Pholoe minuta (Fabricius, 1780)
Família Polynoidae
Halosydnella australis (Kinberg, 1856)
Halosydnella sp.
Lepidonotus panamensis Hartman, 1939
Família Maldanidae
Axiothella brasilienses Mangum, 1966
Euclymene sp.
Lumbriclymene sp.
Família Sabellidae
Chone sp.
Megalomma sp.
Sabellaria bela Grube, 1870
Sabellaria nanella Chamberlin, 1919
Sabellaria wilsoni Lana & Gruet, 1989
Família Cirratulidae
Caulleriella sp.
Família Scalibregmidae
Scalibregma sp.
Familia Pectinariidae
Pectinaria sp.
Família Sigalionidae
Sigalion sp.
Sthenelanella sp.
Família Polynoidae
Eunöe sp.
Família Serpulidae
Filograna implexa Berkeley, 1827
Hydroides plateni (Kinberg, 1867)
Família Flabelligeridae
Pherusa parmata (Grube, 1877)
Família Eulepethidae
Grubeulepsis tebblei
Classe Hirudinea
SUBFILO CRUSTACEA
ORDEM DECAPODA
Família Pinnotheridae
Pinnixa sp. White, 1846
Família Diogenidae
Isocheles sawayai Forest & de Saint Laurent, 1968
Clibanarius sclopetarius (Herbst, 1796)
Clibanarius Vittatus (Bosc, 1802)

Clibanarius antillensis Stimpsom, 1862
Paguristes erythrops Holthuis, 1959
Petrochirus diogenes Linnaeus, 1758
Família Paguridae
Pagurus leptonyx Forest & de saint Laurent, 1968
Família Ocypodidae
Ocypode quadrata (Fabricius, 1787)
Ucides cordatus (Linnaeus, 1763)
Uca thayeri Rathbun, 1900
Uca vocator (Herbst, 1804)
Uca cumulanta Crane, 1943
Uca mordax (Smith, 1870)
Uca leptodactyla Rathbun, 1898
Uca rapax (Smith, 1870)
Uca victoriana von Hagen, 1987
Família Gecarcinidae
Cardisoma guanhumi Latreille, 1825
Família Grapsidae
Aratus pisonii (H. Milne Edwards, 1837)
Goniopsis cruentata (Latreille, 1803)
Família Xanthidae
Eurythium limosum (Say, 1818)
Pilumnus spinosissimus Rathbun, 1898
Família Goneplacidae
Chasmocarcinus cylindricus Rathbun, 1901
Família Leucosiidae
Ebalia stimpsoni A. Milne-Edwards, 1880
Família Parthenopidae
Heterocrypta lapidea Rathbun, 1901
Família Pinnotheridae
Pinnixa patagoniensis Rathbun, 1918
Família Portunidae
Callinectes danae Smith, 1869
Callinectes ornatus Ordwey, 1863
Aethridae
Hepatus pudibundus Herbst, 1785
Família Callianassidae
Callichirus major Say, 1818
Família Penaeoidea
Penaeopsis serrata Bate, 1881
Farfantepenaeus brasiliensis
Xiphopenaeus kroyeri (Heler, 1862)
Família Thalassinidae
Callichirus major Say, 1818

Família Alpheidae
Alpheus sp1.
Alpheus sp2.
Alpheus macrochelis Hailstone, 1835
Família Hippidae
Emerita brasiliensis Schmitt, 1935
ORDEM ISOPODA
Família Anthuridae
Cyathura sp. Norman & Stebbing, 1886
Família Cirolanidae
Cirolana sp.
Excirolana braziliensis Richardson, 1912
Eurydice sp.
Família Anthuridae
Apanthura sp.
Mesanthura fasciata Kensley, 1982
Família Idoteidae
Erichsonella sp.
ORDEM TANAIDACEA
Família Apseudidae
Apseudes sp.
Família Kalliapseudidae
Kalliapseudes sp.
Kalliapseudes schubarti Mañe-Garzon
Família Leptocheliidae
Leptochelia sp.
Família Tanaissuidae
Tanaissus sp.
ORDEM CUMACEA
Família Diastylidae
Diastylis sp.
Família Nannastacidae
Campylaspis sp.
Família Muridae
Cumella sp.
Família Bodotriidae
Bodotria sp.
ORDEM PALAEOCOPA
ORDEM OSTRACODA
ORDEM AMPHIPODA
Família Ampeliscidae
Ampelisca sp.
Família Aoridae
Família Chevaliidae

Chevalia sp. Walker, 1904
Chevalia aviculae Walker, 1094
Família Corophiidae
Corophium sp. (Latreille, 1806)
Família Gammaridae
Gammarus sp. Fabricius, 1775
Família Melitidae
Melita sp. Leach, 1814
Melita orgasmos K.H. Barnard, 1940
Família Photidae
Gammaropsis togoensis (Schellenberg, 1925)
Gammaropsis chelifera (Chevreux, 1901)
Photis sp. Kroeger, 1842
Família Synopiidae
Syrrhoe crenulata Goës, 1866
Tiron tropakis J.L. Barnard, 1972
Família Platyischnopidae
Tiburonella viscana J.L. Barnard, 1964
Família Phoxocepphalidae
Metharpinia sp.
Família Ischyroceridae
Ericthonius sp.
Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853)
Família Leucothoidae
Leucothoe sp.
Leucothoe denticulata Mateus & Mateus 1966
Família Podoceridae
Podocerus fulanus J.L. Barnard, 1962
Família Amphilochidae
Amphilocus neapolitanus Della Valle, 1893
Gitanopsis sp.
Família Caprellidae
Caprella sp.
Família Aoridae
Aora spinicornis Afonso, 1976
Heterophlias seclusus Shoemaker, 1933
Lembos smithi (Holmes, 1905)
Lembos unicornis (Bynum & Fox, 1977)
Família Atylidae
Atylus minikoi (Walker, 1905)
Família Bateidae
Batea catharinensis Müller, 1865
Família Exoedicerotidae
Bathyporeiapus bisetous Escofet, 1970

Bathyporeiapus ruffoi Escofet, 1971
Família Maeridae
Ceradocus paucidentatus J.L. Barnard, 1952
Elasmopus brasiliensis (Dana, 1855)
Elasmopus ropax Costa, 1853
Mallacoota subcarinata Haswell, 1880
Quadrivisio lutzi Shoemaker, 1933
Família Megaluropidae
*Gibberosus myersi (*McKinney, 2009)
Família Ischyroceridae
Cerapus tubuloris Say, 1817
Família Oedicerotidae
Monoculodes nyei Stimpson, 1853
Família Phliantidae
Heterophlias seclusus Shoemaker, 1933
Família Talitridae
Orchestia darwini Müller, 1864
Orchestia platensis Kroyer, 1845
Família Stenothoidae
Stenothoe valida Dana, 1852
Família Megaluropidae
Resupinus coloni Thomas & Barnard, 1986
Família Liljeborgiidae
Listriella titinga Wakabara, Tararam, Valério-Berardi & Leite, 1988)
FILO ECHINODERMATA
ORDEM OPHIUROIDEA
Família Amphiuridae
Amphipholis squamata (delle Chiaje, 1828)
Amphiodia atra (Stimpson,1852)
Amphipodia riisei (Lutken, 1869)
Família Ophiactidae
Ophiactis lymani Ljungman, 1872
ORDEM CLYPEASTEROIDEA
Família Mellitidae
Mellita sp.
Mellita quinquiesperforata (Leske, 1778)
ORDEM APODIDA
Família Synaptidae
Leptosynapta sp. (Verrill,1867)

3.1.7 ICTIOFAUNA

A ictiofauna estuarina apresenta variações sazonais nos índices de riqueza, diversidade e equitabilidade devido às mudanças anuais de salinidade (BARLETTA-BERGAN; BARLETTA; SAINT-PAUL, 2002). Alterações na turbidez, profundidade e mudanças no substrato são fatores determinantes para a distribuição de peixes juvenis nos estuários (BLABER, 2000). As espécies com maior tolerância às variações ambientais têm vantagens, pois podem usufruir de um ambiente com mais recursos disponíveis (WHITFIELD, 1999).

A abundância de espécies estuarinas se dá pelos seguintes motivos: disponibilidade de alimentos, complexidade estrutural da vegetação, alta turbidez e menor número de espécies predadoras (ROBERTSON; BLABER 1992). Dessa forma, os estuários são importantes áreas de reprodução, crescimento e alimentação de diversas espécies da ictiofauna (GODEFROID et al., 2003).

3.1.7.1 Área de abrangência

A área de abrangência do estudo considerou a porção estuarina do rio Doce apenas. Foi considerada toda a área estuarina considerando três porções: maior influência do rio Doce, uma região intermediária e uma com maior influência do ambiente marinho. Essa divisão se faz necessária para abranger o ambiente como um todo, levando em consideração as variações que podem vir a existir.

3.1.7.2 Metodologia

A caracterização da ictiofauna foi desenvolvida por meio de informações secundárias disponíveis em bancos de dados, bibliografias, entidades ambientais públicas e privadas, seguindo a mesma metodologia apresentada no item 2.8.2.

3.1.7.3 Resultados

As espécies levantadas para esse ambiente apresentaram, como seria de se esperar em uma área com características semelhantes à zona nerítica adjacente, uma predominância de peixes marinhos costeiros, coincidindo em parte com a ictiofauna estuarina e de águas costeiras rasas (< 10 m) determinadas por Yamaguti et al. (1994) para a região entre o Rio de Janeiro e São Paulo. Isso está provavelmente relacionado ao fato da maioria das espécies que ocorrem na Costa Central e Sudeste do Brasil distribuir-se desde os Estados Unidos (ou da região do mar do Caribe) até o norte da Argentina (CORRÊA, 1987; CASTELLO, 1994). Vieira e Musick (1994) determinam ainda que a ictiofauna estuarina compreendida entre a Venezuela e o Nordeste do Brasil pode ser agrupada pela sua similaridade em uma zona tropical do Atlântico.

Comparado ao observado em áreas costeiras para a região da Bahia (LOPES et al., 1999; LOPES; OLIVEIRA-SILVA; SOUZA, 2001), e norte do Espírito Santo (LIMA, 2012; BOLZAN, 2014; ANDRADE, 2016; NETO, 2013), Ubatuba em São Paulo (GIANINNI apud MACIEL, 1995), baía de Paranaguá (CORRÊA, 1987) e Guaratuba (CHAVES, 1995), ambas no litoral do Paraná, Laguna (MONTEIRO NETO et al., 1990) e foz do rio Itajaí-Açu (CAFFE et al., 1997) em Santa Catarina, que citam como particularmente comuns a essa área espécies de Carangidae, Clupeidae, Ariidae, Haemulidae, Scombridae, Serranidae, Gerreidae, Sciaenidae, tetraodontiformes e pleuronectiformes, as semelhanças ocorrem principalmente com

os peixes que apresentam alguma associação com os estuários, o que, segundo Chao et al. (apud HAIMOVICI et al., 1994), pode ser por meio de espécies que frequentam os estuários como jovens para o seu desenvolvimento, que apresentam seu ciclo reprodutivo ou parte dele ligado às águas estuarinas e costeiras ou espécies estuarinas residentes.

Com relação a esses grupos funcionais, a grande maioria das espécies registradas no estuário **é** marinha dependente. Esse grupo é composto, principalmente, por exemplares ainda em fase juvenil, que não necessariamente apresentam uma dependência do ambiente estuarino, mas o utilizam de forma oportunista em busca de refúgio e abundância de alimento. Esses grupos são representados principalmente pelas famílias Engraulidae (manjuba), Clupeidae (sardinha), Mugilidae (tainhas), Carangidae (xaréus, salteiras), Centropomidae (robalos), Lutjanidae (cioba, dentão), Gerreidae (carapebas), Sciaenidae (pescadas) e Gobiidae (amboré**s**).

3.1.8 QUELÔNIOS

Os quelônios marinhos são animais que ocupam ambiente aquático marinho e, eventualmente, utilizam o ambiente salobro dos estuários, principalmente como áreas de alimentação.

3.1.8.1 Área de abrangência

O presente levantamento de dados acerca dos quelônios marinhos em área de transição fluviomarinha na foz do rio Doce, na região afetada pela pluma de rejeitos proveniente da barragem de Fundão em Mariana/MG, compreende a área do estuário como um todo, bem como as praias do estado do Espírito Santo, com ênfase nas áreas 1A, 1B, 2A e 2B do Programa de Monitoramento de Praias da Petrobras, que correspondem a, aproximadamente, 50 quilômetros ao sul e ao norte da foz do rio Doce.

O objeto do presente estudo consiste em avaliar as condições dos quelônios marinhos na região estuarina, previamente ao rompimento da barragem de Fundão e os efeitos desse desastre sobre a conservação desse grupo faunístico disponíveis na literatura.

3.1.8.2 Metodologia

O método aplicado ao presente capítulo seguiu o mesmo aplicado para o ambiente marinho, já descrito no item 2.9.2.

3.1.8.3 Resultados

A faixa costeira é caracterizada pela presença de praias e costões rochosos, além de algumas pequenas baías e estuários. Tratam-se de ambientes de menor profundidade. Nos sistemas de costões e recifes, há grande proliferação de algas e de organismos como crustáceos e moluscos, que abrangem os alimentos preferenciais das espécies *Chelonia mydas* e *Caretta caretta*, respectivamente. Ambas as espécies são as mais frequentemente encontradas no litoral do Espírito Santo e, embora ambas as espécies contemplem hábitos migratórios (especialmente na fase adulta), estas podem contar com indivíduos residentes na região, especialmente durante sua fase de vida juvenil. O mesmo pode ocorrer também com as demais espécies de quelônios marinhos, embora seja possível que estes habitem

preferencialmente as áreas neríticas e ilhas em ambiente mais distante da costa, vindo para essa região apenas durante eventos reprodutivos ou em busca de alimentos em determinadas épocas do ano (BELLINI; RIETH; ALMEIDA, 1990).

São raros os dados referentes à utilização do ambiente estuarino pelos quelônios marinhos especificamente, embora seja de conhecimento da comunidade científica que as principais espécies a ocuparem áreas de estuários e baías foram a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), em busca de alimento e abrigo, principalmente em sua fase de vida juvenil (ALMEIDA et al., 2007). Santos (2014) realizou importante estudo acerca dos hábitos alimentares da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em diferentes regiões da costa brasileira, incluindo o estuário do rio Doce, onde analisou a dieta de espécimes encontrados mortos. Ao longo do estudo foram coletados 21 indivíduos mortos na região de Regência e 81, em Fundão e Aracruz, quando as necropsias apontaram que as principais causas de morte foram a ingestão de lixo e a interação com a pesca. Os resultados obtidos nessa pesquisa serão importantes para subsidiar o diagnóstico, o qual pretende, entre outros indicadores, avaliar a qualidade de algas marinhas bentônicas que compõem a dieta dessa espécie na região de estudo.

3.2 AMBIENTE PRAIAL

O litoral correspondente à planície deltaica do rio Doce possui praias oceânicas e de formação arenosa, abertas e com forte batimento de ondas. A foz do rio Doce apresenta uma forte zona de arrebentação disposta à frente da desembocadura do rio, com ondas altas e bancos de areia submersos, parte dos quais ficam expostos em baixa-mar. O litoral é caracterizado por praias intermediárias, associadas a cordões litorâneos largos, que de maneira geral encontram-se em progradação e/ou estabilidade da linha de costa. Eventos erosivos estão associados à desembocadura fluvial, devido às alterações na direção da deriva litorânea e da descarga fluvial e nos cordões litorâneos estreitos limitados por corpos lagunares.

As praias constituem sistemas dinâmicos, onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos (BROWN; MCLACHLAN, 1990), e compreendem uma porção subaérea (supra e mediolitoral) e outra subaquática que inclui a zona de arrebentação e se estende até a base orbital das ondas (WRIGHT; SHORT, 1983).

Na região adjacente à foz do rio Doce, as praias são de fundamental importância para diversos grupos animais com destaque para o grupo taxonômico dos quelônios marinhos, que vem realizar sua desova na região, para um grande número de espécies de aves costeiras (BRASIL, 2014), e para organismos de marcado interesse econômico, como crustáceos e moluscos (AMARAL et al., 1994).

O ambiente praial é descrito inicialmente pelos seus componentes físicos nos temas geomorfologia e hidráulica de praias. Na parte biótica, são abordadas a flora e fauna características, esta representada pelos grupos macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados, ictiofauna, quelônios e aves costeiras.

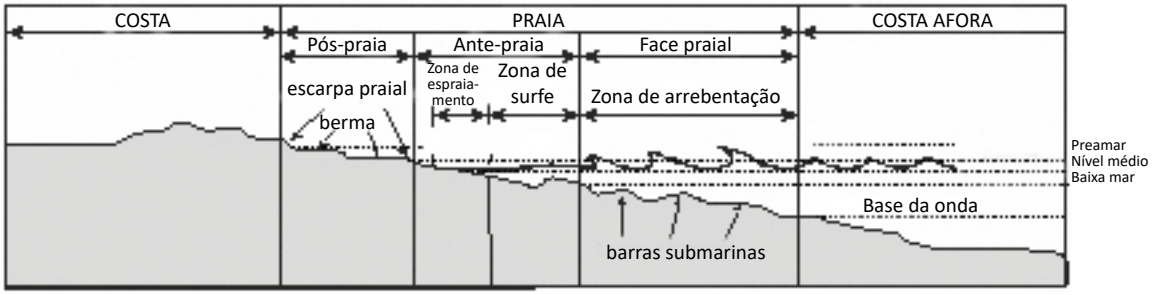
3.2.1 GEOMORFOLOGIA E HIDRÁULICA DE PRAIAS

As praias e barreiras, ou cordões arenosos, compõem o ambiente frontal de muitos sistemas costeiros, como deltas, estuários e lagunas. São regiões extremamente dinâmicas, cujas características morfológicas refletem o agente modificador predominante, no caso de ondas ou mares e os atributos dos sedimentos que as compõem, principalmente a granulometria, normalmente arenosa.

3.2.1.1 Conceitos

A região de interface entre o continente e o oceano pode ser dividida em costa, praia e costa afora (Figura 166). A costa é definida como uma faixa que se estende do limite entre o continente e o mar indo para o interior continental até as primeiras mudanças significativas nas feições fisiográficas; faixa que varia normalmente de poucos a algumas dezenas de quilômetros. A onda afora é a região desde a zona de arrebentação das ondas até a borda da plataforma continental. A região de praia será definida no próximo item.

Figura 166 – Denominação das várias regiões da zona costeira.



Fonte: Suguio (1992).

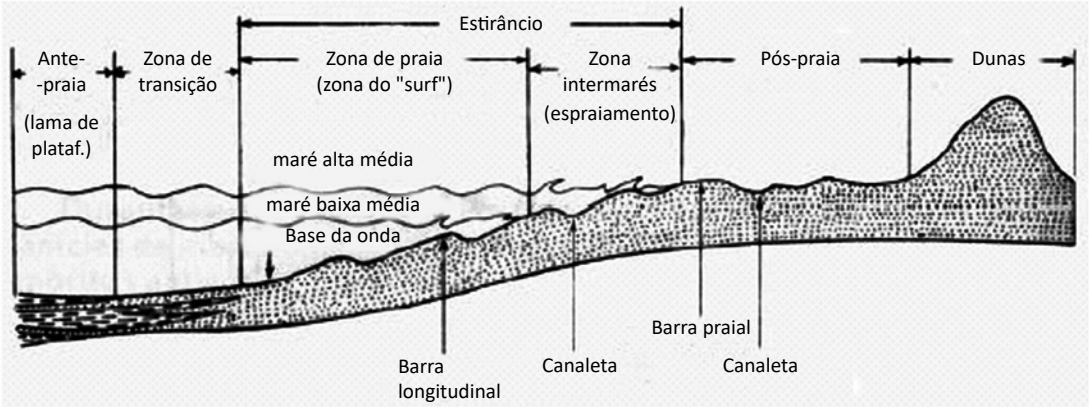
Uma praia pode ainda ser subdividida em três regiões: face praial, antepraia (também chamada de estirâncio ou estirão) e pós-praia, de acordo com sua localização em relação às alturas das marés (**Figura 167**).

A face praial compreende a região que vai do nível de maré baixa até além da zona de arrebentação, em geral, até a base da onda.

Antepraia é a região entremarés, ou seja, entre o nível da maré baixa e o da maré alta. É, portanto, a porção da praia que sofre, normalmente, a ação das marés e os efeitos do espraiamento e refluxo da água.

A região pós-praia localiza-se fora do alcance das ondas e marés normais, e somente é alcançada pela água quando da ocorrência de marés muito altas ou tempestades. Nessa região, formam-se terraços denominados bermas (Figura 166 e Figura 167), que apresentam uma seção transversal triangular, com a superfície de topo horizontal ou em suave mergulho em direção ao continente e a superfície frontal com mergulho acentuado em direção ao mar. Uma seção transversal típica de uma praia oceânica pode ser subdividida em diferentes unidades: dunas arenosas, pós-praia, estirâncio e antepraia.

Figura 167 – Principais unidades geomorfológicas de um perfil praial.



Fonte: Suguio et al. (1980).

3.2.1.2 Área de abrangência

A área considerada no estudo abrange a planície costeira deltaica do rio Doce, estendendo-se desde Conceição da Barra até a Barra do Riacho.

3.2.1.3 Metodologia

Os resultados aqui apresentados foram obtidos por meio de pesquisas bibliográficas de estudos pretéritos desenvolvidos na região.

3.2.1.4 Resultados

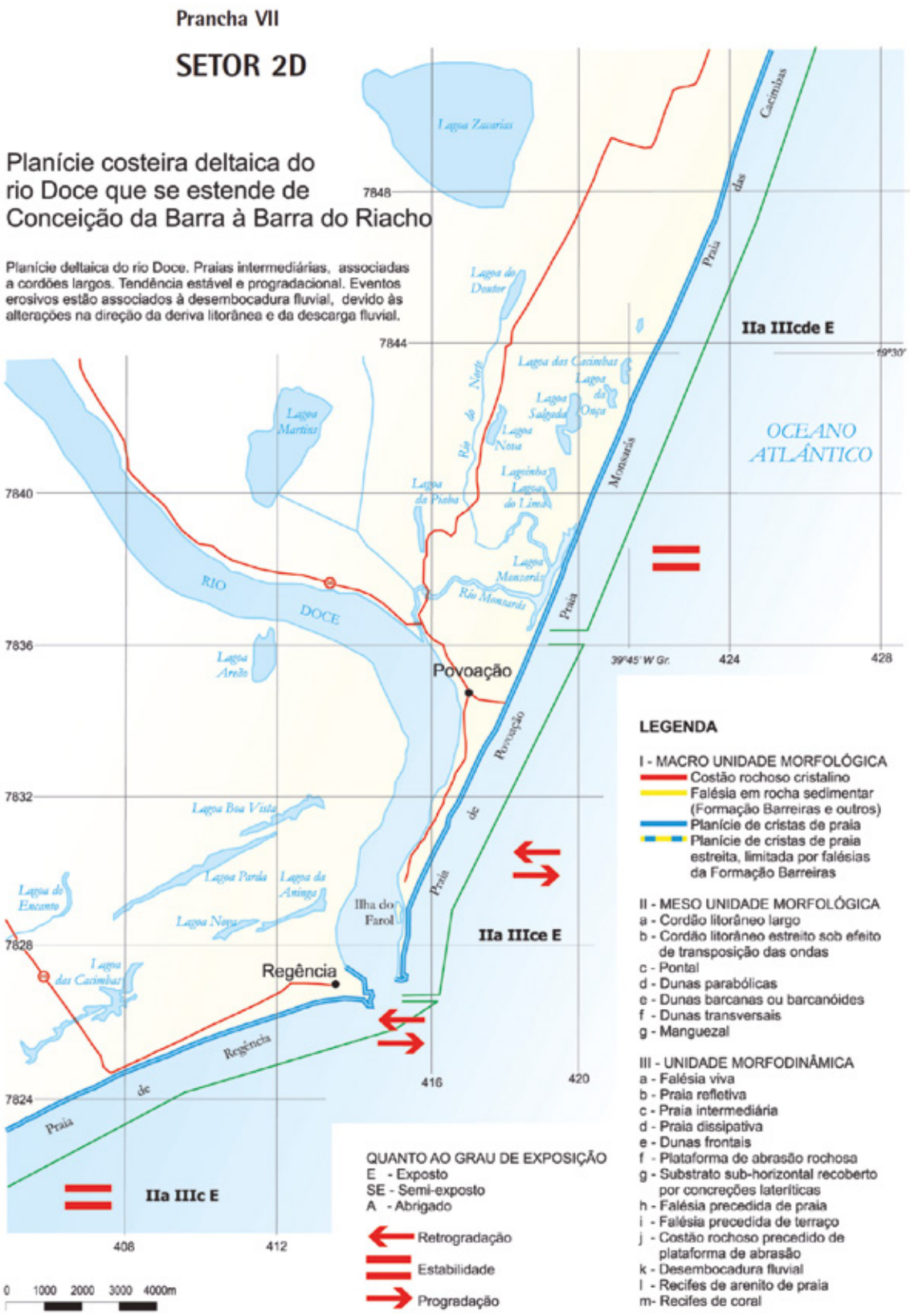
Segundo Albino et al. (2001), a interação entre os elementos geológicos e climáticos no litoral do estado do Espírito Santo resulta na grande diversidade de tipologias das praias, com diferentes comportamentos erosivos e construtivos.

Albino, Girardi e Nascimento (2006) subdividem essas tipologias em setores. O Setor 1 compreende o litoral entre a divisa do estado do Espírito Santo com o estado da Bahia e a cidade de Conceição da Barra, caracterizado por planícies costeiras estreitas, associadas às desembocaduras dor rios Itaúnas e São Mateus, ao sopé das falésias da Formação Barreiras. O Setor 2 corresponde à planície costeira deltaica do rio Doce que se estende de Conceição da Barra a Barra do Riacho (Figura **168**). É o trecho do litoral capixaba onde os depósitos quaternários atingem o seu máximo desenvolvimento, cerca de 38 km transversalmente entre as falésias mortas da Formação Barreiras, no interior, e a linha de costa.

Nos Setores 1 e 2, onde o desenvolvimento das planícies costeiras está associado às desembocaduras fluviais, observa-se a complexa morfodinâmica de regiões costeiras com desembocadura fluvial. Na evolução geológica da planície deltaica do rio Doce, e ainda atualmente, destaca-se, além do volumoso aporte sedimentar, a atuação do fluxo do rio no bloqueio e sedimentação dos sedimentos transportados pela corrente longitudinal. Dessa forma, as praias apresentam-se extensas, associadas a dunas frontais, compostas por areias litoclásticas grossas e médias provenientes dos rios Doce, São Mateus e Itaúnas.

Nas proximidades da desembocadura do rio Doce, a praia de Povoação apresenta erosão durante a entrada de frentes frias, enquanto a praia de Regência apresenta progradação. As frentes frias, acompanhadas de chuvas intensas e enchentes do rio, desenvolvem o efeito de molhe hidráulico, conforme apresentado por Dominguez, Bittencourt e Martin (1983). Essa situação pôde ser verificada ao final de 1996, quando o déficit de sedimentos a sotamar do rio, na praia de Povoação, levou ao desequilíbrio do perfil praial, e ao pequeno engordamento do perfil da praia de Regência. Com a diminuição da descarga fluvial, os sedimentos provenientes de sul, trazidos pela corrente longitudinal alcançam a praia de Povoação e esta volta a progradar. A partir desses estudos, identificou-se que a recuperação da praia foi comprovada no levantamento topográfico realizado em 2000, com a identificação do desenvolvimento do extenso pós-praia sobre a área anteriormente erodida e ocupada, o que vem propiciando a fixação da vegetação de restinga (Figura 169). Esses trabalhos indicaram, portanto, que os eventos erosivos são sazonais e associados à dinâmica entre a descarga fluvial, as inversões nas direções da corrente longitudinal e as armadilhas para reter os sedimentos.

Figura 168 – Planície deltaica do rio Doce.

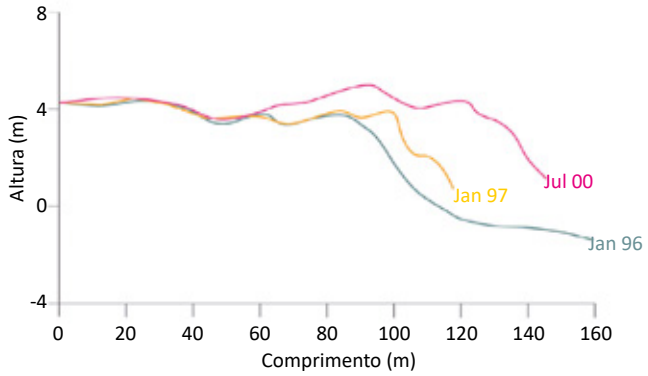


Fonte: Albino, Girardi e Nascimento (2006).

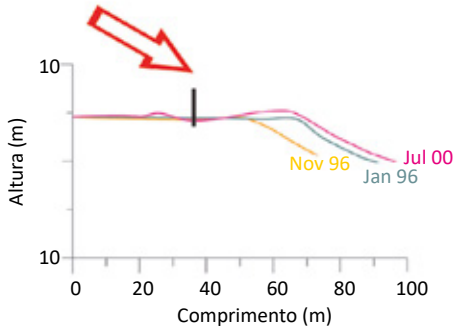
Figura 169 – Variação topográfica dos perfis transversais da praia de Regência e Povoação, em Linhares, entre 1996 e 2000.

Variação topográfica dos perfis transversair da praia de Regência e Povoação, em Linhares, entre 1996 e 2000.

a) praia de Regência



b) praia de Povoação



Praia de Povoação, em Linhares. Ao lado, destruição de casas e espraiamento das ondas próximos ao poste de luz (Novembro de 1996). Abaixo, reconstrução da praia após intensa retrogradação. Na pós-praia observa-se o local onde existia o posto de luz, mostrado na foto, levado pelas ondas. O processo erosivo ameaçou o poste da rua transversal à praia, situado a 37,5 m de distrância do poste de luz destruído (Agosto de 2000). As setas vermelhas indicam a mesma posição no perfil e nas fotos.

Fonte: Albino, Girardi e Nascimento (2006).

3.2.2 FLORA

Segundo Paraná (2005), a Floresta Atlântica, denominada tecnicamente floresta ombrófila densa, é a tipologia vegetacional que originalmente predominava na região costeira brasileira. Fatores climáticos como a temperatura e a umidade garantem a exuberância de uma vegetação com elevada riqueza florística. Contudo, devido ao histórico de ocupação, essa região fitogeográfica é uma das mais ameaçadas atualmente.

Simonelli (2007) divide a Mata Atlântica no Espírito Santo em três províncias geomorfológicas distintas: região serrana, tabuleiros terciários e as planícies quaternárias. Para a região da foz do rio Doce são encontradas as duas últimas.

Sobre os tabuleiros terciários erguem-se as denominadas florestas de tabuleiro, que apresentam fitofisionomias diferenciadas, principalmente quanto à pedologia, influência do lençol freático, composição florística e estrutural (PEIXOTO; SIMONELLI, 2007).

As planícies quaternárias apresentam formações pioneiras compostas por espécies colonizadoras de ambientes novos. As associações vegetais são dependentes de fatores ecológicos instáveis. A vegetação de restinga é situada sobre solos arenosos marinhos depositados tanto no Pleistoceno quanto no Holoceno, associadas com alguns pontos de sedimentos fluviomarinhos presentes na costa. No Espírito Santo, a restinga abrange a maior parte da extensão da costa, sendo interrompida em alguns trechos pela foz de rios (COLODETE e PEREIRA, 2007).

As restingas apresentam formações compreendidas desde fitofisionomias predominantemente herbáceas, arbustivas e florestais, que podem ser divididas pelo nível de influência do lençol freático de acordo com Pereira (2003).

3.2.2.1 Área de abrangência

Serão abordadas as formações nativas da vegetação que se encontram presentes na foz do rio Doce. No principal estudo consultado, para o levantamento florístico e fitofisionômico foram feitas amostragens em toda região de Regência e Povoação, localizados no município de Linhares, norte do Espírito Santo.

3.2.2.2 Metodologia

Para a descrição do relatório de linha-base foram consultados artigos científicos, relatórios técnicos, e a bibliografia disponível para consulta sobre a região de estudo. Um dos estudos mais significativos utilizados neste estudo de linha-base tem origem na proposta de criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Foz do Rio Doce, elaborado pelo IPEMA. O estudo realizado pelo IPEMA em 2009, para o PDA 102 em parceria com a Saberes da Mata. Os pesquisadores Marcelo Simonelli (coordenador), Luiz Fernando Silva Magnago, André Paviote Fontana, Ludovic Jean Charles Kollmann, Fabio Ribeiro de Mattos e Clara foram os responsáveis pela elaboração do estudo da flora no estudo.

No intuito de abordar espécies que potencialmente poderiam ter maior contato com os rejeitos provenientes da barragem de Fundão, considerou-se preferencialmente as formações vegetais que

podem sofrer inundação em algum período do ano (áreas alagáveis), incluindo as formações florestais paludosas.

É importante ressaltar que o estudo em questão foi utilizado somente para o reconhecimento das formações e espécies que ocorrem na região da foz do rio Doce. Para um levantamento sistemático que inclui uma listagem de espécies, será realizado um inventário tático *in loco*.

3.2.2.3 Resultados

3.2.2.3.1 Sistema edáfico de primeira ocupação (áreas das formações pioneiras)

De acordo com o *Manual técnico da vegetação brasileira* (IBGE, 2012), as formações pioneiras, ou os sistemas edáficos de primeira ocupação, ocorrem:

> Ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagunas e lagoas), há frequentemente terrenos instáveis cobertos por uma vegetação, em constante sucessão, de terófitos, criptófitos (geófitos e/ou hidrófitos), hemicriptófitos, cametófitos e nanofanerófitos. Trata-se de uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico, que ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas, as aluviões fluviomarinhas nas embocaduras dos rios e os solos ribeirinhos aluviais e lacustres. (IBGE, 2012).

A diversidade florística das áreas de restinga tem influência de diversos fatores bióticos e abióticos (PEREIRA, 1990; ASSIS; THOMAZ; PEREIRA, 2004; MAGNAGO et al., 2007) e sua composição está associada ao gradiente no sentido mar/continente. Os cordões arenosos e as depressões intercordões também são limitantes e influenciam na composição das espécies. Na linha de praia (Figura **170**), por exemplo, é possível observar a ocorrência de vários indivíduos de palmeira anã (*Allagoptera arenaria*).

Segundo IPEMA (2009), a diversidade de fitofisionomias existente na restinga do Espírito Santo foi primeiramente descrita por Pereira (1990) para o Parque Estadual Paulo César Vinha. Posteriormente outros autores também apontaram essa heterogeneidade fitofisionomica para outras localidades do estado (PEREIRA; GOMES, 1994; COLODETE e PEREIRA, 2007; MAGNAGO et al., 2007).

Figura 170 – Área da restinga próxima da foz do rio Doce em Regência.

Nota: No detalhe, palmeira Allagoptera arenaria.

Áreas com vegetação sob influência marinha são consideradas como prioritárias para conservação da vegetação estuarina, abrangendo grande parte do litoral do Espírito Santo, como na foz do rio Doce, no município de Linhares, Conceição da Barra, Praia das Neves, Setiba, Guanandi e Anchieta. Saiter et al. (2015) apresentam as seguintes espécies como indicadoras das formações pioneiras da foz do rio Doce: *Abarema filamentosa, Aspidosperma pyricollum, Calyptranthes brasiliensis, C. hilariana, C. spiritu-sanctensis, Eugenia astringens, Leptolobium bijugum, Maytenus obtusifolia, Myrsine parvifolia, Ocotea cernua* e *Protium icicariba.*

Segundo IPEMA (2009), o principal fator que promoveu a sedimentação arenosa da planície do rio Doce foi a variação do nível relativo do mar, sendo que esses eventos regressivos expuseram grandes quantidades de areia na plataforma continental, constituindo-se na principal fonte de sedimentos que subsidiaram a progradação da zona arenosa (DOMINGUEZ; BITTENCOURT; MARTIN, 1983). Os eventos transgressivos, então, interromperam a progradação, erodindo e afogando as planícies costeiras, resultando no aparecimento de sistemas laguna-ilha barreira, passando, assim, a construir deltas nessas localidades.

Segundo o Atlas da Mata Atlântica do estado do Espírito Santo, dentro do município de Linhares, onde está localizada a foz do rio doce, a restinga ocupa 1,3% da cobertura da terra (SEAMA, 2018).

3.2.2.3.1.1 Restinga herbácea inundável (Brejos ou Alagados)

Dentro das depressões localizadas nos intercordões arenosos ocorrem inundações sazonais, sendo esse fator determinante para a ocorrência de espécies adaptadas. Segundo IPEMA (2009), nessa formação destacam-se integrantes da família Cyperaceae, principalmente nas áreas mais encharcadas, havendo espécies do gênero *Eleocharis*. Também existem áreas extensas dominadas por indivíduos de *Montrichardia linifera* (Figura 171). No entorno dessa formação, encontram-se indivíduos subarbustivos e herbáceos, principalmente em zonas com solo drenado.

Figura 171 – Restinga herbácea inundável da foz do rio Doce em Regência.

Nota: No detalhe (seta), Aninga (*Montrichardia linifera*).

3.2.2.3.2 Planície aluvial

Segundo Ruschi (1950), citado por Thomaz (2010), a vegetação que cobre a planície dos tabuleiros (Formação Barreiras) no Espírito Santo ocorre desde o limite sul do estado até a divisa com o estado da Bahia, entretanto estão distribuídas em sua maior porção ao norte do rio Doce, abrangendo especialmente do rio Barra Seca até o rio Mucuri e, à medida que se afastam do litoral, as planícies e os chapadões tornam-se mais pobres em água, trazendo como consequência uma pobreza também na flora. Nas florestas de tabuleiro, são encontradas quatro formações vegetais distintas: floresta alta de terra firme, floresta de mussununga, floresta de várzea e os campos nativos. No estudo, daremos foco às florestas de várzea.

Segundo Rolim et al. (2006), citado por IPEMA (2009), as margens do rio Doce são constituídas por solos aluviais eutróficos, geralmente cobertos por matas de cacau, e nas áreas mais distantes do leito predominam os aluviais distróficos, já com presença de pastagens, além de vários fragmentos de florestas com características fitofisionômicas semelhantes às florestas de tabuleiro. Destaca-se sobre a planície aluvial do rio Doce a presença do remanescente da Floresta Nacional de Goytacazes.

Ainda segundo o IPEMA (2009), as formações florestais podem ser classificadas como uma floresta estacional semidecidual ribeirinha com influência fluvial sazonal, correspondendo à floresta estacional semidecidual aluvial segundo a classificação IBGE (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991). Na classificação mais atual do IBGE (2012), a região pertencente à região fitoecológica de floresta ombrófila densa de terras baixas ou floresta de tabuleiro. Outro fator interessante é a semelhança da composição florística com florestas que ocorrem na Amazônia. Essa característica ombrófila também é evidenciada por Andrade-Lima (1966), que inclui a floresta hileiana (IPEMA, 2009).

Devido à exploração da madeira e à transformação de áreas de floresta em pastagem, os remanescentes florestais mais conservados estão praticamente restritos a um núcleo florestal constituído pela Reserva Biológica de Sooretama e Reserva Natural da Vale, respectivamente nos municípios de Sooretama e Linhares.

3.2.2.3.2.1 Floresta inundada e inundável (Floresta Paludosa)

Por estarem inseridas nas áreas de depressões nos intercordões arenosos, estas regiões florestais podem ser periodicamente inundadas ou permanentemente inundadas. Segundo Toniato et al. (1998), citado em IPEMA (2009), a estrutura dessas áreas é muito distinta de terrenos secos em razão do número de espécies, já que a condição de encharcamento constante do solo é o fator determinante para a seleção de espécies vegetais que ocorrem (IVANAUSKAS; RODRIGUES, 2000), resultando em uma diminuição da diversidade em ambientes paludosos (SUGIYAMA; MANTOVANI, 1994; SZTUTMAN; RODRIGUES, 2002).

Segundo Costa et al. (2003), citado em IPEMA (2009), pequenas diferenças no teor de umidade do solo, assim como em sua topografia, possibilitam alterações na composição florística dos ambientes paludosos (COSTA et al., 2003 apud IPEMA, 2009). Florestas permanentemente inundadas têm menor riqueza de espécies que as periodicamente inundadas (SZTUTMAN; RODRIGUES, 2002).

Conforme cita IPEMA (2009), entre as espécies arbóreas mais características dessas florestas estão o Guanandi (*Calophyllum brasiliense*) e a fruta de pombo (*Tapirira guianensis*). No sub-bosque as

espécies mais comuns são *Tovomita brasiliensis*, o leiteiro (*Sapium glandulatum*), *Myrcia racemosa* e a maria mole (*Guapira opposita*).

3.2.2.3.2.2 Floresta aluvial (mata de cabruca)

A cabruca é um sistema agroflorestal de produção em que o cacau é cultivado sob a sombra de espécies nativas da floresta original. O sub-bosque é substituído por árvores de cacau, sendo mantidas apenas as árvores formadoras do dossel.

Segundo dados da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), o município de Linhares destaca-se como maior produtor estadual de cacau, com mais de 87% da área total (20,3 mil hectares). A grande maioria dos sistemas de cabruca no estado está em Área de Preservação Permanente (APP) em sua maioria, ao longo do baixo rio Doce (IDAF, 2014).

Figura 172 – Mata de cabruca próxima da foz do rio Doce em Regência.

3.2.3 ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO

Consideram-se áreas para conservação costeiras, para fins de avaliação dos dados de linha-base, as UCs encontradas ao longo da costa marinha, que em geral protegem os ecossistemas de praias, as formações pioneiras com influência marinha (restingas) e áreas de floresta ombrófila densa (florestas de tabuleiro).

3.2.3.1 Área de abrangência

Para identificação dessas áreas sujeitas a potenciais danos decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, para o presente estudo considerou-se a área da pluma estimada do desastre elaborado pelo ICMBio (2017a), incluindo na análise toda a costa do estado do Espírito Santo com inserção da região do Parque Nacional Marinho de Abrolhos, localizado no litoral sul do estado da Bahia.

3.2.3.2 Metodologia

A caracterização das UCs baseou-se em informações consultadas nas bases de dados do mmA, do IEMA, INEMA e do ICMBio. Desses dados, obteve-se o objetivo de criação das UCs, o órgão responsável, o uso, o decreto de criação, a data de criação e uma descrição geral das UCs.

3.2.3.3 Resultados

Detalhamentos quanto à definição e caracterização do conceito legal de UCs são apresentados no volume de Ambientes Terrestres do relatório linha-base. Orientamos o leitor interessado nessas definições a consultar a referida obra.

As esferas dos órgãos responsáveis pelas UCs podem ser federais, estaduais ou municipais. Sendo o órgão federal o ICMBio, os órgãos estaduais INEMA e o IEMA, e os órgãos municipais que variam de acordo com cada município.

Foram identificadas 13 UCs localizadas na região costeira da área de abrangência, sendo 6 de proteção integral e 7 de uso sustentável, conforme listagem apresentada na **Tabela 43**. Entre os tipos de UCs das categorias de manejo de proteção integral e uso sustentável afetadas pelo desastre, destacam-se estas: Monumento Natural, Parque Estadual e Municipal, Reserva Biológica, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Área de Proteção Ambiental e Área de Relevante Interesse Ecológico.

Tabela 43 – Unidades de conservação costeiras inseridas na área de abrangência do estudo.

Ordem	**Unidade de Conservação**	**Categoria de Manejo**	**Tamanho (ha)**
C1	Monumento Natural Municipal Falésias de Marataízes	**PI**	42,14
C2	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Papagaio	**US**	772,00
C3	Área de Proteção Ambiental Municipal Tartarugas	**US**	1685,47
C4	Parque Natural Municipal Morro da Pescaria	**PI**	73,00
C5	Área de Proteção Ambiental de Setiba	**US**	12.960,00
C6	Área de Proteção Ambiental da Lagoa Grande	**US**	2.725,20
C7	Parque Natural Municipal de Jacarenema	**PI**	346,27
C8	Área de Proteção Ambiental de Praia Mole	**US**	400,00
C9	Parque Natural Municipal David Victor Farina	**PI**	43,69
C10	Reserva Biológica de Comboios	**PI**	833,23
C11	Área de Relevante Interesse Ecológico do Degredo	**US**	78,48
C12	Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra	**US**	7.728,00
C13	Parque Estadual Itaúnas	**PI**	3.481,00

Nota: PI = Proteção Integral. US = Uso Sustentável.

A Figura **173** e Figura **174** representam a localização das referidas UCs afetadas pelo desastre de acordo com a pluma de rejeitos, elaborado pelo ICMBio (2017a; parte 1).

Figura 173 – Unidades de conservação diagnosticadas na área de estudo.

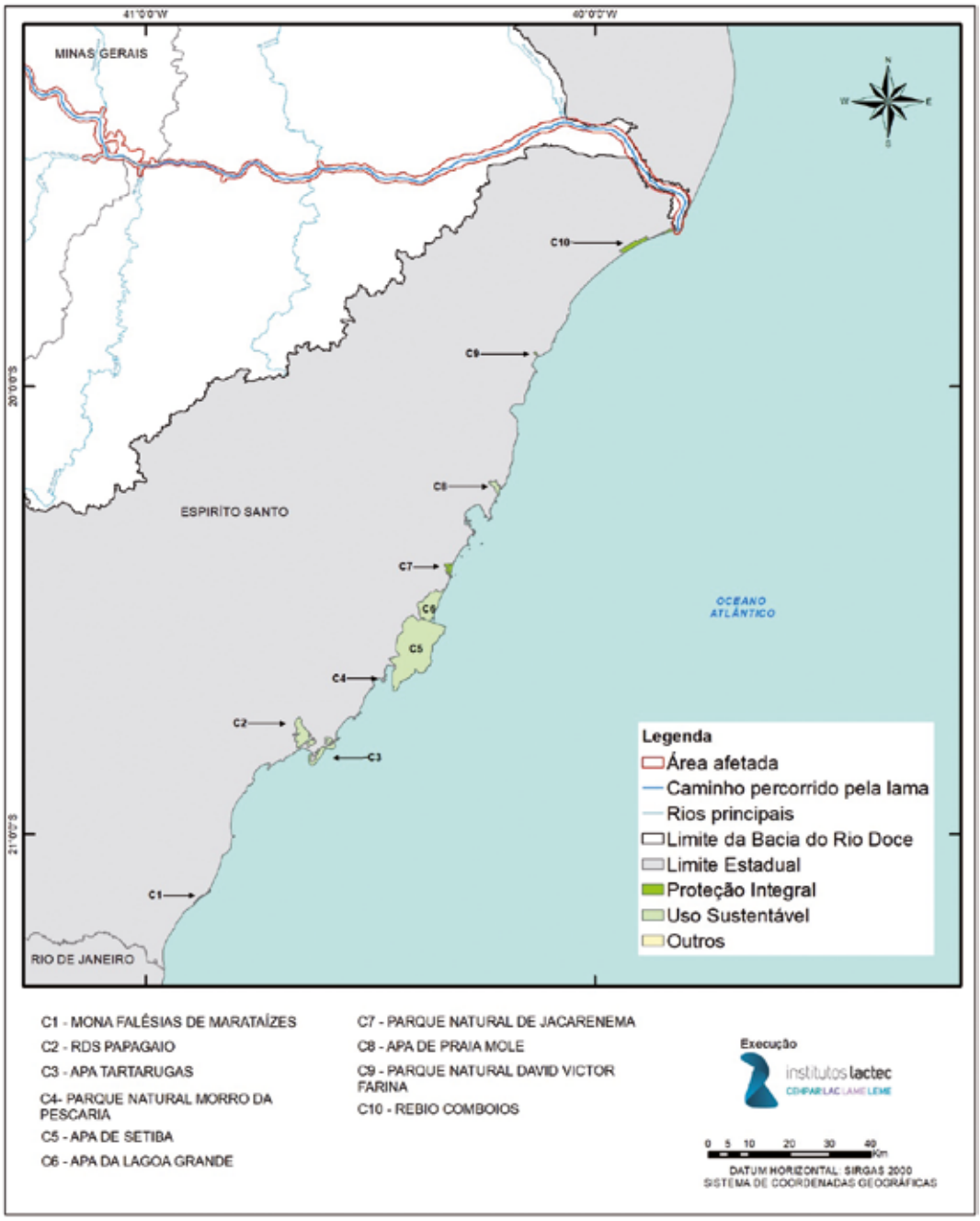
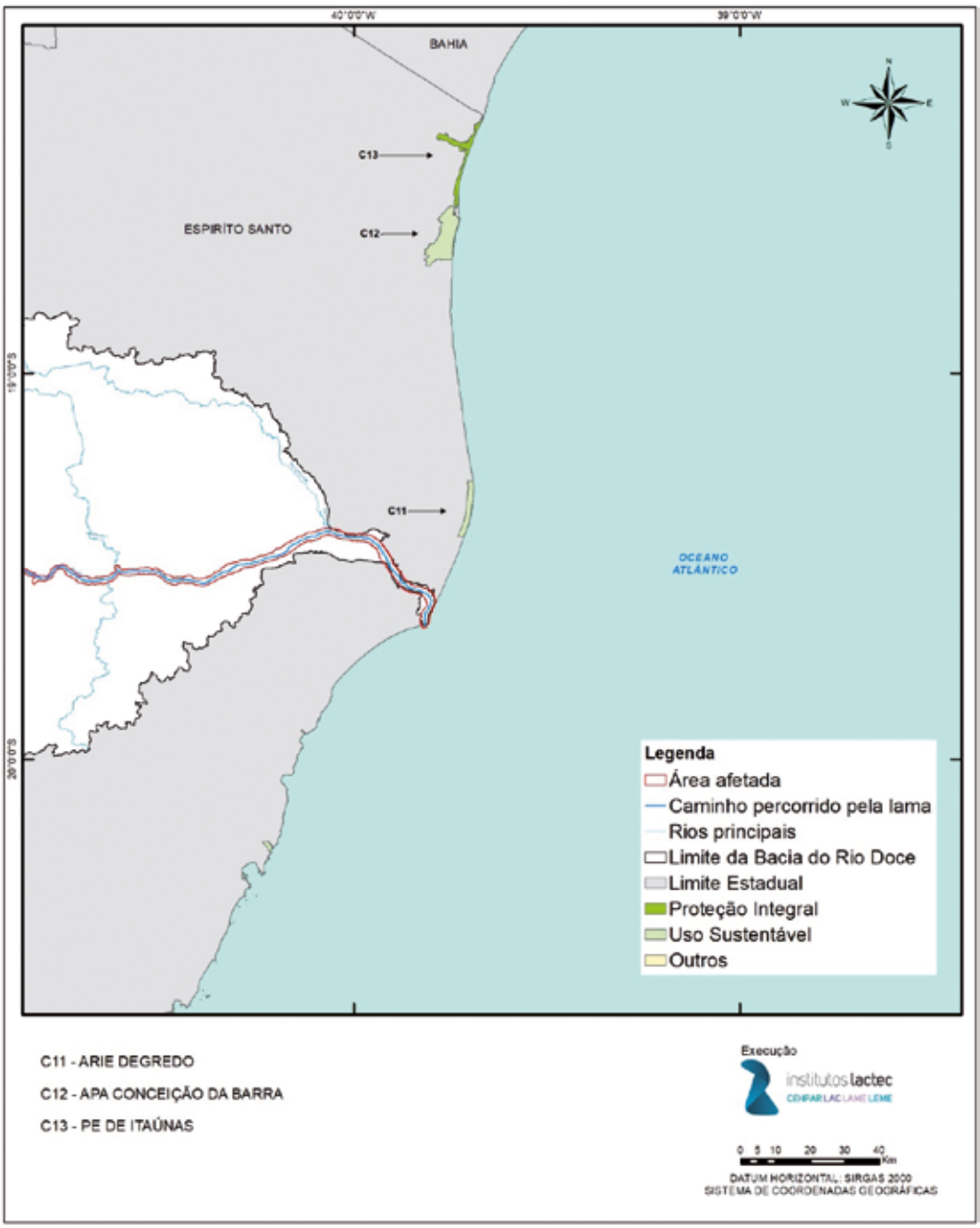


Figura 174 – Unidades de conservação diagnosticadas na área de estudo.



A seguir, são apresentadas algumas informações encontradas a respeito dessas UCs relacionadas anteriormente. Em linhas gerais, encontram-se descritos dados pertinentes a seus respectivos atos de criação, localização, objetivo de criação, instituição responsável pela sua gestão e também características importantes sobre sua biodiversidade e outras especificidades que envolvem a referida UC.

- **Monumento Natural Municipal Falésias de Marataízes**

  O Monumento Natural Municipal Falésias de Marataízes é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criado com 42,14 hectares, pelo Decreto nº 193, de 1 de dezembro de 2008, com o objetivo de valorizar o patrimônio geológico, a geodiversidade e a preservação ambiental, paisagística, histórica, cultural, monumental e a educação

ambiental (MARATAÍZES, 2008). A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Marataízes é a instância municipal responsável pela sua gestão.

- **Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Papagaio**

  A RDS Municipal Papagaio é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada pelo Decreto nº 3.692, de 23 de novembro de 2011, com o objetivo de conservar a natureza e utilizar de maneira sustentável os recursos ambientais pelas populações tradicionais, valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por essas populações. A Secretaria de Meio Ambiente de Anchieta/ES é a instância municipal responsável pela gestão (BRASIL, 2017).

- **Área de Proteção Ambiental Municipal Tartarugas**

  A APA Municipal Tartarugas é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada pelo Decreto nº 3.693, de 23 de novembro de 2011. A Secretaria de Meio Ambiente de Anchieta/ES é a instância municipal responsável pela APA (BRASIL, 2017).

- **Parque Natural Municipal Morro da Pescaria**

  O Parque Natural Municipal Morro da Pescaria é do grupo de uso de proteção integral e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criado pela Lei nº 2.790, de 27 de dezembro de 2007. A Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Guarapari/ES é a instância municipal responsável pela sua gestão (BRASIL, 2017).

- **Área de Proteção Ambiental de Setiba**

  A APA de Setiba é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada com 12.960,00 hectares pelo Decreto nº 3.747, de 12 de setembro de 1994, com o objetivo de estabelecer uma zona de amortecimento de impactos do Parque Estadual Paulo César Vinha (IEMA, 2017b).

  O IEMA é a instância estadual responsável pela APA (BRASIL, 2017). Ela está localizada nos municípios de Guarapari e Vila Velha no estado do Espírito Santo. Na porção continental, apresenta formações de restinga, manguezal, mata do tabuleiro, e na porção marinha encontra-se o arquipélago de Três Ilhas, o qual detém uma das maiores biodiversidades marinhas (IEMA, 2017b).

- **Área de Proteção Ambiental da Lagoa Grande**

  A APA da Lagoa Grande é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada com 2.725,20 hectares pelo Decreto nº 46, de 20 de junho de 2006. A Prefeitura Municipal de Vila Velha/ES é a instância municipal responsável (BRASIL, 2017).

- **Parque Natural Municipal de Jacarenema**

  O Parque Natural Municipal de Jacarenema é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criado por meio do Decreto nº 33, de 9 de fevereiro de 2003 com 346,27 hectares, com o objetivo da preservação dos ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica da área, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato

com a natureza e de turismo (VILA VELHA, 2003). A Prefeitura Municipal de Vila Velha/ES é a instância municipal responsável pelo parque.

- **Área de Proteção Ambiental de Praia Mole**

  A APA de Praia Mole é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada pelo Decreto nº 3.802-N, de 30 de dezembro de 1994, tendo por objetivos assegurar a qualidade dos recursos hídricos da região, preservar a fauna e flora, preservação de sítios abióticos de beleza rara, promoção do desenvolvimento econômico sustentável, atuar como zona de integração entre meio urbano e industrial, entre outros (ESPÍRITO SANTO, 1994). O IEMA é a instância estadual responsável pela APA (BRASIL, 2017).

- **Parque Natural Municipal David Victor Farina**

  O Parque Natural Municipal David Victor Farina é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criado pelo Decreto nº 6.144, de 27 de julho de 1995. A Prefeitura Municipal de Aracruz/ES é a instância municipal responsável pelo parque (BRASIL, 2017).

- **Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz**

  O Revis de Santa Cruz é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal marinho costeiro. Foi criado com 17.709,39 hectares, pelo Decreto sem número, de 17 de junho de 2010, com o objetivo de proteger a diversidade biológica e os ambientes naturais (manguezais e vegetação costeira), principalmente os fundos colonizados por algas e outras comunidades bentônicas, bem como sua fauna associada, as espécies residentes e migratórias que utilizam a área para alimentação, reprodução e abrigo e as formações sedimentares bioclásticas e litoclásticas, importantes para a estabilidade da orla marítima. Além disso, valorizar o uso turístico, recreacional da orla marítima por meio de ordenamento do seu uso e ocupação sustentável, contribuir para a recuperação dos recursos biológicos e para a sustentabilidade das atividades pesqueiras e extrativistas de subsistência e de pequena escala praticadas pelas comunidades costeiras da região da UC (BRASIL, 2010).

  O ICMBio é a instância federal responsável pelo refúgio. Está localizado no município de Aracruz e no interior da APA Costa das Algas.

- **Área de Proteção Ambiental Costa das Algas**

  A APA Costa das Algas é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal marinho costeiro. Foi criada com 114.803,20 hectares, pelo Decreto sem número, de 17 de junho de 2010. O ICMBio é a instância federal responsável pela APA. Dentro da APA está inserido o Revis de Santa Cruz, ambos localizados nos municípios Aracruz, Fundão e Serra, no Espírito Santo (BRASIL, 2017).

- **Reserva Biológica de Comboios**

  A Reserva Biológica de Comboios (Rebio de Comboios) é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal marinho costeiro. Foi criada com 833,23 hectares, pelo Decreto nº 90.222, de 25 de setembro de 1984, com o objetivo de conservar ecossistemas próprios de restinga e praia oceânica, servindo como *habitat* da tartaruga marinha gigante, que aí desova e faz o

seu pouso, nas migrações que empreende entre o continente brasileiro e as ilhas de Trindade e Ascensão (BRASIL, 1984).

O ICMBio é a instância federal responsável pela ReBio. As áreas de influência marinha dessa reserva são restingas, que são um conjunto de ecossistemas que mantém estreita relação com o oceano, tanto na sua origem quanto nos processos nele atuantes (IBAMA, 1997).

- **Área de Relevante Interesse Ecológico do Degredo**

  A Área de Relevante Interesse Ecológico do Degredo (ARIE do Degredo) é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada pela Lei Ordinária nº 2.322, de 5 de dezembro de 2002, com o objetivo de conservar o ecossistema sob a gestão da instância municipal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos Naturais do Município de Linhares/ES (BRASIL, 2017).

- **Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra**

  A APA de Conceição da Barra é do grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada pelo Decreto nº 1.876-R, de 5 de julho de 2007. O IEMA é a instância estadual responsável pela APA (BRASIL, 2017).

  A APA Conceição da Barra, localizada na extremidade sul do município de Conceição da Barra, no norte do Espírito Santo, possui extensão territorial de 7.728 hectares e está inserida em um mosaico de paisagem com manchas de formações vegetais naturais dos ecossistemas restinga, manguezal e floresta de tabuleiro, em diferentes graus de estado de conservação, que contribuem com a diversificação ambiental no território da UC (IEMA, 2014).

- **Parque Estadual Itaúnas**

  O Parque Estadual Itaúnas é do grupo de proteção integral e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criado com 3.481 hectares, pelo Decreto nº 4.967-E, de 8 de novembro de 1991. O IEMA é a instância estadual responsável pelo parque (BRASIL, 2017). Abrange o município de Conceição da Barra/ES, onde o uso público se resume em ecoturismo, visitação, caminhadas, banhos de rio e mar.

3.2.4 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE FUNDOS INCONSOLIDADOS

Vários motivos justificam o marcado interesse pelo conhecimento da fauna de praias. Muitas espécies têm importância econômica direta, como é o caso dos crustáceos e moluscos utilizados na alimentação humana ou como isca para pesca, a estes somados os poliquetas, que também constituem rica fonte de alimento para alguns organismos, principalmente peixes, crustáceos e aves (AMARAL et al., 1994).

A macrofauna da zona entremarés de praias pode ser caracterizada como uma comunidade com baixa diversidade, reduzida riqueza e elevada dominância numérica de poucas espécies, quando comparada com a de regiões submersas.

A macrofauna bêntica está representada pela maioria dos grupos taxonômicos, como Cnidaria, Turbellaria, Nemertinea, Nematoda, Annelida, Mollusca, Echiura, Sipuncula, Crustacea, Pycnogonida,

Brachiopoda, Echinodermata e Hemichordata. Entre estes, os numericamente mais importantes são Polychaeta, Mollusca e Crustacea (BROWN; MCLACHLAN, 1990).

3.2.4.1 Área de abrangência

Para a caracterização da fauna bêntica de praias possivelmente atingidas em decorrência do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana/MG, foi considerada como área de abrangência para o levantamento bibliográfico toda a zona costeira do Espírito Santo.

3.2.4.2 Metodologia

Para elaboração deste documento, foram utilizadas as mesmas estratégias de buscas das demais comunidades bênticas do ambiente marinho e estuarino já descritas no item 2.7.2. Contudo, durante a recuperação das informações alguns estudos podem não ter sido citados nesta compilação, esses trabalhos serão incluídos nos próximos estudos dessa região.

3.2.4.3 Resultados

Amaral et al. (2016) constataram que o maior volume de informações se concentra nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. A partir daí diminuem progressivamente em direção aos estados do Nordeste e Norte do país.

Poucos estudos foram realizados caracterizando as comunidades praiais como um todo (COUTINHO, 2015; TEIXEIRA, 2016). Recentemente, Soares e Bernardinho (2016) observaram o impacto da contaminação por óleo nas comunidades praiais e estuarinas.

Alguns estudos foram realizados com as comunidades praiais associadas às algas (MARQUETTI; RAMOS, 2012; CRUZ, 2014).

A caracterização da composição e distribuição espaço-temporal dos Cnidaria do litoral foi estudada por Grohmann e Matsumura-Tundisi (1997), Longo (1997) e Guast, Morandini e Nunes (2009).

Venekey, Fonseca-Genevois e Santos (2010) realizaram uma revisão sobre a biodiversidade de Nematoda incluindo as praias do Espírito Santo.

Os Polychaeta de rodolitos foram estudados por Berlandi, Figueiredo e Paiva (2012). Os autores avaliaram composição, abundância, diversidade e estrutura funcional. Nesse estudo, foram coletadas 26 famílias de Polychaeta.

Os Mollusca foram estudados por Castro e Santos (1989), que realizaram um levantamento preliminar de moluscos em praias do Espírito Santo, e Silva (2012) avaliando a diversidade e distribuição do gênero *Alvania* sp.

As espécies de Crustacea com interesse pesqueiro e fauna acompanhante das atividades pesqueiras foram estudadas por Eutrópio (2009), Oliveira et al. (2010), Mariela, Nunes e Braga (2010), Eutrópio et al. (2013) e Ferreira et al. (2015). Nunes (2011) utilizou o camarão *Farfantepenaeus brasiliensis* como bioindicador de metais pesados no ambiente. Ribeiro et al. (2016) caracterizaram os crustáceos associados ao cultivo de *Perna perna* no litoral do estado.

A ocorrência e distribuição de *Emerita brasiliensis* foram registradas por Dutra, Régis e Krohling (2011).

A distribuição ecológica e reprodução do crustáceo *Callichirus major*, conhecido como corrupto, foram registradas por Magalhães et al. (2014a, 2014b, 2015).

A estrutura da população e distribuição dos braquiúros *Callinectes ornatus* (siri) e *Hepatus pudibundus* (siri-baú) foram estudados, respectivamente, por Tavares et al. (2014a) e Magalhães (2014a).

Levantamentos de Crustacea em ambientes praiais e infralitoral foram realizados por Laino et al. (2012), Braga et al. (2012), Tavares et al. (2014b, 2016).

Alguns estudos técnicos de licenciamento contribuíram para o levantamento das espécies do infralitoral (BIODINÂMICA, 2007; PETROBRAS, 2010; ALGADERMIS, 2010).

As espécies da fauna bêntica de praias citadas nas literaturas foram inclusas na lista da **Tabela 42**.

3.2.5 ICTIOFAUNA

A presença de poucas espécies dominantes é uma característica inerente da ictiofauna desse tipo de ambiente, já que poucas espécies conseguem se manter e reproduzir nesse ambiente tão turbulento e mutável (MCFARLAND, 1963; MODDE; ROSS, 1981).

3.2.5.1 Área de abrangência

A área estudada apresenta suas divisões geográficas dentro da Região Central do Programa ReviZEE, a qual abrange a costa brasileira entre a Baía de Todos os Santos/BA e o Cabo de São Tomé/RJ. Nessa região, as condições hidrográficas do Nordeste se estendem por toda a Costa Central através da Corrente do Brasil, a qual transporta a AT na direção sul ao largo da quebra da plataforma continental.

3.2.5.2 Metodologia

O diagnóstico consistiu no levantamento da literatura disponível acerca da ictiofauna de praias arenosas e zonas de arrebentação, contemplando monografias, teses, dissertações e pesquisas publicadas em livros e periódicos, além de trabalhos técnicos desenvolvidos na região em análise.

3.2.5.3 Resultados

As zonas de arrebentação são dominadas por um pequeno número de espécies, o qual permanece quase que constante ao longo de grandes áreas geográficas. De um modo geral, a grande maioria das espécies é constituída de migrantes sazonais ou esporádicos, sendo que poucas são consideradas verdadeiramente residentes nesse tipo de ambiente (MCLACHLAN, 1983).

A ocupação de ambientes pouco profundos, como o praial, é limitada pelo tamanho corpóreo individual, no qual peixes maiores e provavelmente adultos são eventuais ou ausentes (LASIAK, 1986; SUDA; INOUE; UCHIDA, 2002), sendo a grande maioria dos indivíduos capturados de pequeno porte e imaturos (ROBERTSON; LENANTON, 1984; LASIAK, 1986; REINA-HERVAS; SERRANO, 1987; CLARK, 1997).

A ação contínua das ondas sobre o fundo arenoso disponibiliza os nutrientes mineralizados pela fauna intersticial e macrofauna, o que permite a ocupação e sobrevivência de uma vasta comunidade de invertebrados filtradores (MCLACHLAN, 1980). Essa grande disponibilidade de alimento filtrante permite o uso dessas áreas por uma grande comunidade de planctófagos, como sardinhas e manjubas (MCLACHLAN, 1983; REINA-HERVAS; SERRANO, 1987).

De fato, muitos trabalhos encontraram uma grande quantidade de cardumes de Clupeiformes (sardinhas) habitando as zonas de arrebentação (MCFARLAND, 1963; BECKLEY, 1984; LOPES et al., 1999), indicando a utilização massiva desses *habitats* por uma fauna tipicamente transiente entre os ambientes estuarinos e o mar aberto (STRYDOM, 2003).

Além dos clupeídeos e engraulídeos, uma grande quantidade de carangídeos e scienídeos são comuns em áreas de arrebentação, com registrados em várias praias do mundo (ROSS, 1983; MODDE; ROSS, 1983; NELSON, 1986; ROSS; LANCASTER, 2002). Essas espécies são principalmente zooplanctó-fagas quando juvenis e encontram grande oferta de alimento em ambientes de áreas rasas, como as praias arenosas oceânicas e estuarinas.

Embora existam poucas informações a respeito das comunidades de peixes o litoral do Espírito Santo (HELMER; PERRONE, 1991; MAZZEI, 2004; CHAGAS; JOYEUX; FONSECA, 2006; ARAUJO et al., 2008; COLOMBO, 2016), na área marinha adjacente ao rio Doce as espécies mais abundantes são praticamente as mesmas que dominam as capturas em zonas de arrebentação de outras regiões do Brasil. A composição da ictiofauna nessas zonas ao longo do litoral brasileiro é dominada por poucas espécies das famílias Atherinidae, Carangidae, Clupeidae, Engraulidae e Sciaenidae (CHAO et al*.,* 1982; PAIVA FILHO; TOSCANO, 1987; CORRÊA, 1987; CUNHA, 1988; MONTEIRO NETO et al*.,* 1990; LEDO, 1994; GODEFROID; HOFSTAETTER, 1995; FIGUEIREDO et al*.,* 1995; LOPES et al., 1999; PINHEIRO, 1999).

A composição ictiofaunística revelou espécies pelágicas, demersais e bentônicas, sendo a maioria abundante em águas rasas (YAMAGUTI et al., 1994). Esses ambientes representam áreas de reprodução, sendo que os jovens também se aproximam da costa em busca de abrigo, alimento ou outras condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

3.2.6 QUELÔNIOS

Os quelônios marinhos são animais que ocupam o ambiente aquático marinho e utilizam as praias para a realização das desovas. As espécies marinhas passam a vida inteira na água após seu nascimento, com exceção das fêmeas adultas que retornam ao ambiente terrestre para depositar seus ovos, geralmente na mesma praia em que nasceram (ALMEIDA et al., 2007; THOMÉ et al., 2007).

3.2.6.1 Área de abrangência

O presente levantamento de dados acerca dos quelônios marinhos em área de transição fluviomarinha na foz do rio Doce, na região afetada pela pluma de rejeitos proveniente da barragem de Fundão em Mariana/MG, compreende a área do estuário como um todo, bem como as praias do estado do Espírito Santo, com ênfase nas áreas 1A, 1B, 2A e 2B do Programa de Monitoramento de Praias da Petrobras, que correspondem a, aproximadamente, 50 quilômetros ao sul e ao norte da foz do rio Doce.

3.2.6.2 Metodologia

O método aplicado ao presente capítulo seguiu o mesmo aplicado para o ambiente marinho, já descrito no item 2.9.2.

3.2.6.3 Resultados

As praias são de fundamental importância para o grupo taxonômico dos quelônios marinhos, uma vez que é nesse ambiente que ocorrem etapas cruciais do processo reprodutivos desses animais, iniciando na desova, a nidificação, a determinação do sexo das proles e o recrutamento de novos indivíduos desde a eclosão dos ovos e a transição dos filhotes até o mar. A área de abrangência deste levantamento se refere à costa do estado do Espírito Santo e os dados correspondem aos monitoramentos de praia, na faixa de areia, realizados principalmente pelo Projeto TAMAR.

Diferentemente dos quelônios continentais, informações sobre tartarugas marinhas para o estado do Espírito Santo são bem representadas na literatura. O estado, inclusive, representa a principal área de desova da tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), sendo a praia de Comboios o principal local de nidificação, além de alguns pontos mais esporádicos ao norte desta. A população que desova no Brasil é geneticamente distinta das outras populações que desovam no Oceano Atlântico.

Foram elencados dados da espécie coletados pelo Projeto TAMAR entre as temporadas de desova de 1988-1989 a 2003-2004 no ES. O número de ninhos no período estudado pelos autores variou de 6 a 92, com tendência de aumento (de 20% por ano) a partir da temporada de 1995-1996. O principal período de desova da espécie ocorreu entre os meses de outubro e janeiro, com pico de desova entre os meses de novembro e dezembro. Cada ninho teve em média 87,7 ovos viáveis e 22,1 ovos sem gema (19,6% dos ovos nos ninhos foram de ovos sem gema), considerado comum para a espécie. Entre os ovos viáveis, o sucesso de incubação variou em média entre 53,3 e 78% e o período de incubação variou entre 61,5 e 78 dias, dependendo da temporada de desova.

O litoral do Espírito Santo é também utilizado para desova pelas demais espécies de tartarugas marinhas brasileiras. A tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), espécie de tartaruga marinha com desova mais comum no litoral brasileiro, tem áreas regulares de desovas no ES, BA, SE e RJ. A população da espécie com desova no Brasil é uma das maiores do mundo, sendo que o litoral norte do ES compreende a segunda mais importante região de desova para a espécie, após o litoral da BA. Estudos genéticos (com DNA mitocondrial) revelaram a existência de duas populações distintas, uma no ES e RJ e outra na BA e SE, ressaltando a importância ecológica das diferentes áreas de desova para a conservação das populações.

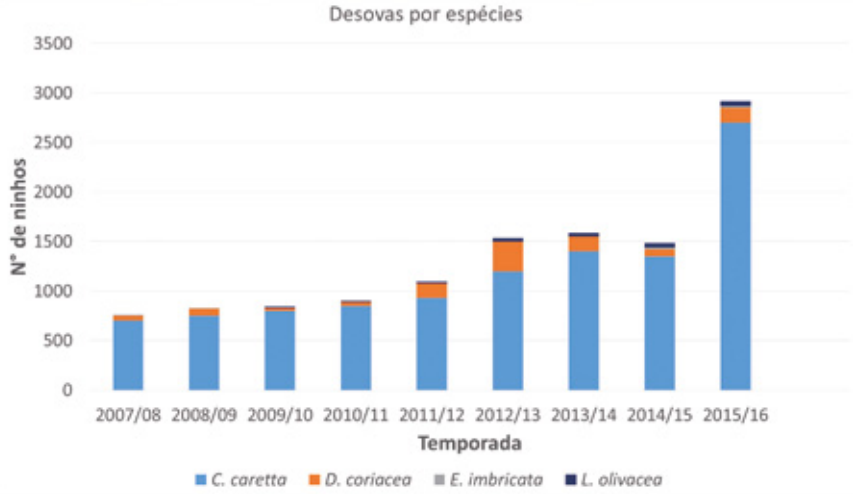
A tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) apresenta desova eventual no litoral do ES, com áreas de desova regulares na BA e SE. Existem registros de juvenis da espécie no Sul e Sudeste do Brasil, entretanto são mais comuns no Norte e Nordeste.

Novos dados obtidos referentes às temporadas de desova entre 2007/2008 e 2015/2016 apresentam importantes dados de parâmetros reprodutivos, como taxas de desovas e nascimentos, demonstrando haver um ciclo natural com alternância de frequência e abundância desses eventos (BAPTISTOTTE, 2017).

Figura 175 – Número total de ninhos registrados nas últimas oito temporadas antes do desastre e da temporada em que ocorreu o desastre (2015/2016), considerando todas as espécies, incluindo as não identificadas.

Fonte: Baptistotte (2017).

Figura 176 – Número de desovas por espécie, considerando somente os ninhos abertos após eclosão, quando a espécie é identificada.



Fonte: Baptistotte (2017).

Quanto à tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), embora a área prioritária de desova esteja localizada entre os estados da BA e AL, desovas da espécie em menor densidade ocorrem no litoral do ES. Além disso, existem registros de ocorrência e deslocamento da espécie no estado.

Existe a tendência de a tartaruga-de-couro (*D. coriacea*) evitar a região próximo **à** foz do rio Doce para desova, relacionado **à** grande descarga de sedimento vindo da foz desse curso d'água, embora os autores ressaltem que a seleção do local de desova para as tartarugas marinhas não é conhecida. Por sua vez, o Termo de Referência para estudos da fauna marinha na foz do rio Doce informa que a região do estuário estabelece uma área de grande importância para as espécies, sendo, inclusive, um local relevante para alimentação dos animais. Essa condição, portanto, carece ainda de confirmação, especialmente no tocante à importância do estuário para a alimentação dos quelônios. De qualquer forma, todos os autores são unânimes em afirmarem que o litoral do Espírito Santo ao norte da foz do

rio Doce consiste em uma área de grande importância para a reprodução de todas as espécies, com destaque para *D. coriacea* e *C. caretta*.

Há cerca de 30 anos é realizado o monitoramento de parâmetros reprodutivos das tartarugas marinhas na região durante a temporada de desova, que ocorre entre setembro e março. A taxa de desova de *D. coriacea* e *C. caretta* nas praias da região do estudo parece seguir um ciclo variável de alta e baixa frequência dentro do espaço temporal de alguns anos, geralmente bi ou trianual. Foi constatado, inclusive, um incremento significativo nos registros de *C. caretta* na temporada em que ocorreu o desastre em relação ao ano anterior, fato verificado também nas bases da Bahia e do Rio de Janeiro. Outros indicadores, como taxa de eclosão, tempo de incubação e número de ovos, foram avaliados, não tendo sido percebida alteração diretamente ligada ao evento do desastre com o rejeito da barragem de Fundão, até aquele momento (BAPTISTOTTE, 2017).

Com base nos dados obtidos a partir da análise da literatura especializada elencada no presente relatório, é possível afirmar que o conhecimento acerca do grupo temático ainda é incipiente na área de estudo. Em relação às tartarugas marinhas, a maior parte dos estudos disponíveis se refere à tartaruga-de-couro (*D. coriacea*) e à tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), espécies que utilizam regularmente a região litorânea de estudo como sítio de desova. As demais espécies são abordadas em menor frequência em pesquisas, confirmando desovas eventuais e a presença de áreas de alimentação na costa do Espírito Santo.

Estudos pretéritos ao desastre mostram que as taxas de parâmetros reprodutivos das tartarugas seguem ciclos ainda não bem conhecidos, que podem depender de fatores climáticos, de desenvolvimento reprodutivo, entre outros. Contudo, com base nos dados obtidos na literatura, ainda não é possível estabelecer uma conexão da variação de registros de espécies e parâmetros reprodutivos com o desastre em análise.

É importante ressaltar que são parcos os estudos referentes à toxicidade e metais pesados presentes nos organismos dos quelônios eventualmente capturados nas pesquisas pretéritas levantadas, fato este dificultador do estabelecimento de parâmetros de contaminação entre as situações anterior e posterior ao desastre ambiental avaliado nesta pesquisa.

3.2.7 AVES COSTEIRAS

Inexistem definições consagradas e amplamente aceitas para delimitar o que constitui uma ave costeira, e nesse sentido parte-se da definição de um conjunto taxonômico para estabelecer esse grupo. Para atender à presente proposta analítica, consideram-se aves costeiras as espécies das ordens Ciconiiformes, Pelecaniformes e Charadriiformes. Desse grande conjunto de táxons, algumas espécies foram excluídas de nossa classificação com base em informações de sua biologia e ocupação de *habitat*, notadamente quanto à ocupação do ambiente marinho, a ser discutido em tópico próprio.

3.2.7.1 Área de abrangência

O levantamento das informações referentes às aves costeiras considerou toda a extensão do litoral do estado do Espírito Santo. Esse recorte geográfico se presta para delimitar a obtenção de informações qualitativas sobre a ocorrência de espécies de aves, e não se refere especificamente à região de passagem da lama. Isso se justifica em virtude da alta vagilidade das aves costeiras, muitas das quais migratórias, e que sugerem que mesmo registros – no Espírito Santo – obtidos em localidades distantes da foz do rio Doce são relevantes na avaliação da assembleia avifaunística sujeita aos danos da lama. Uma abordagem mais específica quanto à potencialidade de danos oriundos do rejeito é feita com base em dados da biologia das espécies.

3.2.7.2 Metodologia

Os dados de ocorrência das espécies de aves foram obtidos do portal WikiAves (www.wikiaves.com.br), acervo digital alimentado por qualquer cidadão e que conta, na data da compilação das informações (agosto de 2018), com mais de 2,5 milhões de mídias (entre fotografias e gravações sonoras) e quase 30 mil usuários cadastrados em todo o Brasil. Especificamente no estado do Espírito Santo, constam quase 70 mil mídias e 700 usuários cadastrados, cujos registros mais antigos são datados de 2008 (embora haja registros isolados ainda mais antigos). Esse enorme acervo digital já é considerado uma das ferramentas mais importantes na análise avifaunística do país (KLEMANN-JUNIOR et al., 2016), destacando-se sua acurácia e eficiência na manutenção de dados de ocorrência de aves brasileiras. Para a compilação das aves costeiras com ocorrência conhecida no estado do Espírito Santo, consideraram-se todos os táxons com ao menos uma mídia disponível e que alude a algum município do território do estado. Consultaram-se, ainda, outras fontes de informação em busca de dados importantes à avifauna capixaba, especificamente Vooren e Brusque (1999), Bencke et al. (2006), Simon (2009) e Valente et al. (2011).

Classificaram-se as espécies costeiras conforme os padrões de migração, seguindo orientações de Somenzari et al. (2018), que definem o processo migratório como “um deslocamento executado por uma população, ou parte de uma população, entre ao menos um sítio reprodutivo, com o qual exibe fidelidade, e outro(s) sítio(s) não reprodutivo(s) de uma maneira cíclica, sazonal.” (pág. 2). As autoras estabelecem, ainda, quatro categorias de migração, também adotadas na presente análise: (i) migratórias – espécies cujas populações saem de suas áreas reprodutivas de forma regular e sazonal, retornando na estação reprodutiva seguinte; (ii) parcialmente migratórias – espécies que apresentam parte de suas populações migratórias, e parte residentes; (iii) residentes – espécies que ocupam a mesma área ao longo de todo o ano, ou apresentam padrões indefinidos de deslocamento, sem fidelidade às áreas reprodutivas; (iv) vagante – espécies com ocorrências pontuais e ocasionais no território brasileiro, geralmente com registros de indivíduos isolados.

Por fim, elencam-se táxons de notável interesse conservacionista, ou seja, aqueles alocados em alguma categoria de ameaça conforme avaliações nacional (BRASIL, 2014) e internacional (IUCN, 2018) de risco de extinção. Adota-se, ainda, a nomenclatura e ordenamento taxonômico conforme a proposta de Piacentini et al. (2015).

3.2.7.3 Resultados

Considerando as informações constantes no banco de dados digital WikiAves, adicionadas de menções pontuais da literatura consultada, o estado do Espírito Santo totaliza a ocorrência de 51 espécies de aves que ocupam – real ou potencialmente – os ambientes costeiros (Tabela 44). O ambiente mais relevante entre os avaliados é a praia, mas também se consideram *habitats* associados, como o estuário, manguezais, lagoas costeiras e várzeas.

Tabela 44 – Aves costeiras com ocorrência no litoral do estado do Espírito Santo.

Família	Espécie	Nome comum	Migração	Risco (nac.)
Ciconiidae	*Ciconia maguari*	maguari		
	Mycteria americana	cabeça-seca		
Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianus*	biguá		
Anhingidae	*Anhinga anhinga*	biguatinga		
Ardeidae	*Tigrisoma lineatum*	socó-boi		
	Cochlearius cochlearius	arapapá		
	Botaurus pinnatus	socó-boi-baio		
	Ixobrychus exilis	socoí-vermelho		
	Ixobrychus involucris	socoí-amarelo		
	Nycticorax nycticorax	savacu		
	Nyctanassa violacea	savacu-de-coroa		
	Butorides striata	socozinho		
	Bubulcus ibis	garça-vaqueira		
	Ardea cocoi	garça-moura		
	Ardea alba	garça-branca-grande		
	Syrigma sibilatrix	maria-faceira		
	Pilherodius pileatus	garça-real		
	Egretta thula	garça-branca-pequena		
	Egretta caerulea	garça-azul		
Threskiornithidae	*Mesembrinibis cayennensis*	coró-coró		
	Theristicus caudatus	curicaca		
	Platalea ajaja	colhereiro	PRC	
Charadriidae	*Vanellus cayanus*	batuíra-de-esporão		
	Vanellus chilensis	quero-quero		
	Pluvialis dominica	batuiruçu	MGT	
	Pluvialis squatarola	batuiruçu-de-axila-preta	MGT	
	Charadrius semipalmatus	batuíra-de-bando	MGT	
	Charadrius collaris	batuíra-de-coleira		
Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	piru-piru		
Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	pernilongo-de-costas-negras		
	Himantopus melanurus	pernilongo-de-costas-brancas		
Scolopacidae	*Gallinago paraguaiae*	narceja		
	Gallinago undulata	narcejão		

Família	Espécie	Nome comum	Migração	Risco (nac.)
	Numenius hudsonicus	maçarico-de-bico-torto	MGT	
	Actitis macularius	maçarico-pintado	MGT	
	Tringa solitaria	maçarico-solitário	MGT	
	Tringa melanoleuca	maçarico-grande-de-perna-amarela	MGT	
	Tringa semipalmata	maçarico-de-asa-branca	MGT	
	Tringa flavipes	maçarico-de-perna-amarela	MGT	
	Arenaria interpres	vira-pedras	MGT	
	Calidris canutus	maçarico-de-papo-vermelho	MGT	CR
	Calidris alba	maçarico-branco	MGT	
	Calidris pusilla	maçarico-rasteirinho	MGT	EN
	Calidris fuscicollis	maçarico-de-sobre-branco	MGT	
	Calidris melanotos	maçarico-de-colete	MGT	
Jacanidae	*Jacana jacana*	jaçanã		
Rostratulidae	*Nycticryphes semicollaris*	narceja-de-bico-torto		
Laridae	*Larus dominicanus*	gaivotão		
Sternidae	*Sternula superciliaris*	trinta-réis-pequeno		
	Phaetusa simplex	trinta-réis-grande		
Rynchopidae	*Rynchops niger*	talha-mar	PRC	

Nota: Migração: PRC – migrante parcial; MGT – migrante. Risco (nac.): categoria de ameaça de extinção conforme determinação nacional (BRASIL, 2014). EN – Em Perigo; CR – Criticamente Ameaçada.

A distribuição da riqueza ao longo da costa capixaba (Figura 177) indica que os maiores valores são encontrados no extremo norte (Conceição da Barra), no município de Linhares e na região de Vitória, municípios com mais de 30 espécies registradas no acervo WikiAves. Municípios mais ao sul do estado aparecem com riqueza menor, possivelmente decorrente do menor número de observadores nesses municípios, assim como pela menor extensão territorial destes. Com base nessa apreciação, as regiões costeiras presumivelmente mais sujeitas à ação dos rejeitos e da pluma encontram-se justamente nos municípios com maior número de espécies atualmente conhecido.

Figura 177 – Riqueza de aves costeiras em cada município do estado do Espírito Santo.

Nota: As colunas se localizam nas sedes administrativas de cada município. Os dados de riqueza foram obtidos a partir de informações disponibilizadas no *site* WikiAves (www.wikiaves.com.br).
Fonte: Modificado de Microsoft® Bing™.

Entre todo o conjunto de espécies, 15 são táxons migratórios, especificamente espécies Neárticas que reproduzem no Hemisfério Norte e percorrem a rota Atlântica – transpassando o litoral do Espírito Santo – até atingir suas áreas de invernada em regiões meridionais da América do Sul. Esse conjunto de aves é composto por maçaricos, que ocupam a região como áreas de descanso e alimentação temporários durante seus deslocamentos migratórios, seja em direção às áreas de invernada, seja em seu retorno às áreas reprodutivas. O uso dos ambientes de praia pelas aves durante o forrageamento, em busca de pequenos invertebrados de fundos inconsolidados, indica potencial relação com contaminantes presentes no mar. Sabe-se que aves costeiras podem sofrer pela bioacumulação de metais, especialmente por se tratar de táxons em elevado nível da cadeia trófica (LUCIA et al., 2014; EINODER; MACLEOD; COUGHANOWR, 2018). Especificamente quanto a três táxons (*Calidris canutus, C. alba, C. pusillus*), há estudos anteriores ao desastre, realizados nos Estados Unidos, que acompanharam níveis de metais, indicando potencial toxicidade de alguns indicadores (BURGER et al., 2015; TSIPOURA et al., 2017). Chama atenção que duas dessas espécies (*Calidris canutus* e *Calidris pusillus*) são as únicas alocadas em categorias de risco de extinção nacional, respectivamente criticamente ameaçada e em perigo (BRASIL, 2014). A ocorrência de ambos os táxons no Espírito Santo parece ser ocasional, e constam poucos registros no banco digital consultado. *Calidris canutus* conta com registro único, realizado em dezembro de 2012, no município de Marataízes, sul do estado (MACIEL, 2012); *Calidris pusilla* apresenta dois registros, sendo um em dezembro de 2011 também em Marataízes (SILVA, 2011), e outro em novembro de 2016 na Ilha do Boi, em Vitória (diversas documentações no acervo).

Duas espécies, *Platalea ajaja* e *Rhynchops niger*, são consideradas parcialmente migratórias, ou seja, que parte de suas populações brasileiras realiza deslocamentos de grande escala durante o período reprodutivo. Tais padrões são ainda desconhecidos no Brasil (SOMENZARI et al., 2018), mas se sugere que eventuais condições de toxicidade poderiam propagar-se por regiões distantes do litoral capixaba em virtude desses deslocamentos. *Rhynchops niger* é piscívoro, forrageando habitualmente em corpos de água doce ou no mar, quando captura peixes no espelho d'água. *Platala ajaja*, por outro lado, alimenta-se de pequenos invertebrados que captura por revolvimento e filtração de sedimentos suspensos na coluna d'água. Os dois tipos de alimentação indicam se tratar de aves potencialmente sujeitas ao contato com contaminantes presentes na água e/ou em suas presas.

As demais 34 espécies são consideradas residentes, majoritariamente compostas por garças e socós, espécies mais associadas a ambientes de água doce (p.ex. lagoas e brejos litorâneos) ou salobra (estuário e manguezais). Embora bastante variado, esse conjunto de espécies também apresenta variadas técnicas de forrageio, entre captura subaquática de peixes, coleta de invertebrados de fundos inconsolidados, invertebrados de maior porte (p.ex. caranguejos), ou mesmo vertebrados (p.ex. serpentes, anfíbios), todos associados a ambientes aquáticos.

O ambiente costeiro é particularmente relevante para um grande número de espécies, algumas das quais contam com contingentes populacionais elevados, especialmente no caso de aves migratórias em trânsito. Não há informações publicadas e de qualidade que aludem às aves costeiras do Espírito Santo, especialmente quanto à ecologia, biologia populacional ou sazonalidade da ocupação desses ambientes no estado. Sabe-se, por inferência com dados de estados vizinhos, que grandes

contingentes de maçaricos migratórios (*Calidris* spp.) devem ocupar o território capixaba anualmente, mas ainda não há esforços protocolares de avaliação das populações que ocupam a região.

Conforme brevemente explicitado, os riscos de exposição aos danos decorrem dos hábitos alimentares. A maior parte dos táxons que ocupam as praias se alimenta de pequenos invertebrados, caracterizando-se como potenciais bioacumuladores de final de cadeia trófica. Há ainda táxons piscívoros, também sujeitos à bioacumulação. Danos secundários do desastre podem ainda ser presumidos, como a diminuição da qualidade dos *habitats* devido à diminuição de recursos alimentares, como em decorrência da morte de presas por intoxicação em níveis tróficos inferiores.

3.3 MANGUEZAIS

O rio Doce não apresenta manguezal nas suas margens (ALBINO, 1999; IPEMA, 2009), entretanto possui características ambientais que permitem o desenvolvimento de espécies associadas ao manguezal, tanto da fauna quanto da flora, e que são importantes para o equilíbrio ecológico local e para a conectividade entre os sistemas costeiros. Além disso, outras regiões do Espírito Santo, que podem ter sofrido com o desastre em questão, apresentam manguezais, como na foz dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim.

Os manguezais do Espírito Santo estão incluídos na unidade fisiográfica que se estende desde o Recôncavo Baiano até Cabo Frio no Rio de Janeiro, segundo a divisão estabelecida por Schaeffer-Novelli, Cintrón-Molero e Adaime (1990); e distribuem-se de norte a sul da costa capixaba, desde o município de Itaúnas, ao norte, até o município de Presidente Kennedy, ao sul. Levantamentos relatados por Herz (1991) identificam área ocupada pelos manguezais no litoral capixaba em torno de 86,7 km^2, porém estimativas realizadas por Vale e Ferreira (1998) informam como sendo em 70,35 km^2 a extensão desse ecossistema no litoral capixaba. As maiores concentrações de manguezais estão no estuário do rio São Mateus, rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, no rio Benevente e na baía de Vitória com 18 km^2, sendo um dos conjuntos de manguezais em áreas urbanas mais representativos do Brasil (ALBINO, 1999; IPEMA, 2009).

Segundo estimativa feita pelo mmA (BRASIL, 2010), da área total de manguezais de 1.277.684 ha, apenas 7.943 ha (menos de 1%) estão localizados no Espírito Santo. Neste Estado estima-se que 2.780 ha seja a área suprimida para empreendimentos de salinas e carcinicultura (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2012).

O manguezal é um ecossistema complexo, altamente resiliente e resistente. O manguezal é dotado de complexidade funcional que dificulta a padronização de conceitos ecológicos relativos ao ambiente (TOGNELLA et al., 2007), pois, apesar de apresentar baixa diversidade vegetal, esse ecossistema possui ampla distribuição latitudinal (SAENGER; HEGERL; DAVIE, 1983), tornando complexo o entendimento das diversas estruturas observadas ao longo de uma linha de costa extensa, como a brasileira.

A escassez de dados pretéritos que possam avaliar a área do manguezal capixaba, quais os danos que levaram à degradação e quais os recursos associados ao ecossistema, dificultou a elaboração da linha-base, e futura proposição de ações de gestão ambiental e, principalmente, de manejo dos

recursos naturais explotados comercialmente. Esses recursos não são exclusivos do espaço físico do manguezal, como, por exemplo, os caranguejos *Ucides cordatus* e *Cardisoma guahumii* (espécie considerada ameaçada pela Portaria mmA nº 445/2014), mas ultrapassam suas fronteiras quando pensamos nos peixes de interesse comercial. Essa ausência de limites de migração dos recursos e a conectividade dos manguezais com os ecossistemas associados tornam o levantamento das áreas de manguezal no Espírito Santo de extrema importância (APRILE et al., 1996).

Os manguezais serão descritos dentro dos temas macroalgas, flora e macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados.

3.3.1 MACROALGAS

Os manguezais são sistemas estuarinos que abrigam uma flora pouco diversificada, mas bem característica de algas adaptadas à baixa salinidade e alta turbidez (OLIVEIRA, 1984). Nesses ambientes, ocorrem importantes associações de cianobactérias e clorofíceas (*Bostrychietum*) crescendo sobre pneumatóforos, rizóforos e troncos de árvores, como *Avicennia, Rhizophora* e *Lacuncunlaria* (OLIVEIRA, 1984; SANTOS, 2016). Entre os representantes algais mais frequentes, destacam-se as rodófitas, principalmente *Bostrychia* spp., *Caloglossa leuprieurii*, *Catenella caespitosa* (OLIVEIRA, 1984). Regiões lagunares apresentam riqueza ainda menor de macroflora, sendo em geral dominadas por espécies de *Enteromorpha* e angiospermas marinhas (OLIVEIRA et al., 2002).

3.3.1.1 Área de abrangência

A área de abrangência foi definida como a região costeira do estado do Espírito Santo.

3.3.1.2 Metodologia

A busca por informações sobre macroalgas presentes em áreas estuarinas, anteriores ao rompimento da barragem de Fundão, ocorrido em 5 de novembro de 2015, foi realizada em diversas bases de dados. Dados presentes em dissertações de mestrado e resumos de congressos foram considerados, tais como:

- Penha e Barata (2011): macroalgas sobre pneumatóforos e rizóforos foram coletadas no manguezal da praia de Guaxindiba, na foz do rio Itaúnas, Conceição da Barra, durante maré baixa, em novembro/2010 e maio/2011.
- Barata et al. (2014): macroalgas bentônicas foram extraídas de rizóforos e pneumatóforos de *Avicenia* sp.*, Laguncularia* sp. e *Rhizophora mangue*, na foz do rio Itaúnas, praia de Guaxindiba, Conceição da Barra, e na foz do rio Mariricu, praia Barra Nova, São Mateus, durante maré baixa, em agosto/2011 e julho/2013.
- Santos e Barata (2014): macroalgas sobre rizóforos de *Rhizophora mangle* foram coletadas no manguezal da praia de Guaxindiba, Conceição da Barra, durante maré baixa, entre dezembro/2012 e dezembro/2013.
- Kano (2015): rodófitas foram amostradas em manguezais e ambientes recifais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo (praia de Manguinhos, enseada das Garças, praia

da Baleia, praia da Cruz, Itaipava-Itaoca, praia de Castelhanos, ponta da Fruta), no período de 1985 e 2014.

- Santos (2016): macroalgas aderidas a rizóforos de *Rhizophora mangle* no manguezal do rio São Mateus foram coletadas trimestralmente entre fevereiro/2015 e fevereiro/2016, em quatro pontos, durante maré de sizígia. Entretanto, apenas os resultados obtidos antes do desastre foram considerados.
- Sossai e Barata (2016): macroalgas associadas a pneumatóforos foram amostradas em duas estações de coleta no manguezal do rio São Mateus, durante maré baixa, trimestralmente de agosto/2012 a maio/2013.

Os trabalhos de conclusão de curso de Penha (2012) e Santos (2013) não foram encontrados para consulta.

3.3.1.3 Resultados

Apesar de o Espírito Santo ser considerado uma das regiões mais ricas em macroalgas bentônicas no Brasil, há poucas pesquisas sobre os organismos que ocorrem em ecossistemas estuarinos e estas não foram oficialmente publicadas em periódicos científicos. Penha e Barata (2011) identificaram oito espécies para o manguezal da praia de Guaxindiba: rodófitas - *Catenella caespitosa, Catoglossa leprieurii, Bostrychia calliptera, B. radicans, B. montagnei,* clorófitas - *Ulva flexuosa, Rhizoclonium africanum, R. riparium,* além das microalgas *Lynbgya* sp. e *Microcoleus* sp. Barata et al. (2014) encontraram 16 espécies ocorrendo sobre pneumatóforos e rizóforos de manguezais do litoral norte do Espírito Santo (clorófitas - *Boodleopsis pusilla, Cladophora vagabunda, Chladophoropsis membranacea, Derbesia* sp., *Rhizoclonium africanum, R. riparum, Ulva flexuosa*; feófita – *Spatoglossum* sp.; rodófitas – *Bostrychia calliptera, B. montagnei, B. moritziana, B. radicans, B. tenella, Catoglossa leprieurii, C. ogasawaraensis, Catenella caespitosa*). Santos e Barata (2014) encontraram seis espécies de macroalgas em rizóforos da praia de Guaxindiba. Santos (2016) encontrou dez espécies durante análise da comunidade de macroalgas aderida a rizóforos de *Rhizophora mangle* no rio São Mateus, entre elas, as rodófitas: *Bostrychia radicans, B. tenella, B. calliptera, B. montagnei, B. moritziana, Catoglossa lepreurii* e *C. caespitosa*, as clorofíceas: *Boodleopsis pusilla, Rhizoclonium africanum* e *R. riparium*. Sossai; e Barata (2006), que encontrou oito espécies de macroalgas associadas a pneumatóforos: *Bostrichia* (4 táxons), *Rhizoclonium* (2 táxons) e *Cladophoropsis*.

Além destes, Kano (2015) registrou três espécies de rodófitas ocorrendo sobre pneumatóforos de *Rhizophora* em manguezais do estado: *Caloglossa confusa*, *Caloglossa leprieurii* e *Caloglossa ogasawaraensis*.

3.3.2 FLORA

Os manguezais, também chamados de vegetação com influência fluviomarinha, fazem parte do sistema edáfico de primeira ocupação, ou áreas de formações pioneiras, e são encontrados na desembocadura de rios e regatos do mar (IBGE, 2012). A estrutura desses ambientes, que são intensamente influenciados pelo fenômeno das marés, está condicionada à pluviosidade, granulometria do sedimento, temperatura e fluxo de água (FONTES; OLIVEIRA; PINHEIRO, 2008). Essas formações ocupam solos

lodosos de elevado teor salino e elevada oxigenação e possuem flora extremamente especializada, provida de pneumatóforos e raízes escora (PARANÁ, 2005).

3.3.2.1 Área de abrangência

Serão abordadas as formações nativas da vegetação que se encontram presentes na foz do rio Doce e em áreas de mangue próximo à foz. No principal estudo consultado, para o levantamento florístico e fitofisionômico foram feitas amostragens em toda região de Regência e Povoação, localizados no município de Linhares, norte do Espírito Santo.

3.3.2.2 Metodologia

Para a descrição do relatório de linha-base, foram consultados artigos científicos, relatórios técnicos, e a bibliografia disponível para consulta sobre a região de estudo.

3.3.2.3 Resultados

Vários estudos sobre a vegetação dos manguezais do Espírito Santo foram realizados. As espécies arbóreas típicas de mangue registradas foram *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaeurianna* e *A. germinans*. A estrutura da vegetação dos mangues locais foi estudada levando em consideração a geomorfologia e parâmetros físicos e químicos, por Carmo et al. (1998a, 1998b, 2000), Silva, Bernini e Carmo (2005), Silva (2011), Vale (2006), Petri et al. (2011), Lima (2011), Londe et al. (2013); a colonização e fixação dos propágulos, Lima et al. (2013), Lima (2014); a fisiologia das plantas, Pascoalini (2014); e o grau de antropização, Carmo et al. (1995), Pereira et al. (2009), Vale e Ross (2011), Vale, Deel'Orto-e-Silva, Wanderley (2012). As macroalgas foram estudadas por Santos (2016) em um manguezal às margens do rio São Mateus.

Na região da foz do rio Doce, essa tipologia vegetal não é encontrada, entretanto, devido à dispersão da pluma de rejeitos ao longo do litoral capixaba, essas formações podem ter recebido o material oriundo da barragem de Fundão. Sendo assim, citaremos os estudos que foram realizados sobre esses ecossistemas na linha-base e, caso algum indício da presença de rejeitos oriundos da barragem de Fundão seja encontrado, essa formação também deve ser alvo de investigação pela equipe de botânicos.

3.3.3 MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE FUNDOS INCONSOLIDADOS

3.3.3.1 Área de abrangência

Para a caracterização da fauna bêntica dos manguezais, foi considerada como área de abrangência para o levantamento bibliográfico toda a zona costeira do Espírito Santo.

3.3.3.2 Metodologia

Para elaboração deste documento, foram utilizadas as mesmas estratégias de buscas das demais comunidades bênticas do ambiente marinho e estuarino, já descritas no item 2.7.2. Contudo, durante a recuperação das informações, alguns estudos podem não ter sido citados nesta compilação, esses trabalhos serão incluídos nos próximos estudos dessa região.

3.3.3.3 Resultados

Estudos avaliando a fauna de bancos não vegetados exclusivamente são praticamente inexistentes. As espécies são tratadas dentro dos estudos ecológicos dos manguezais.

A fauna dos manguezais do Espírito Santo foi mais estudada do que a vegetação. As espécies de crustáceos e moluscos de interesse comercial foram as que obtiveram maior enfoque.

Em nível de grandes grupos taxonômicos, os moluscos com interesse econômico e cultivo foram os mais estudados. Silva (2011), Silva e Tognella (2013), Müller e Lana (2004), Silva (2014) estudaram a composição e distribuição das espécies de Teredinidae em manguezais do Espírito Santo. Os Teredinidae popularmente conhecidos como "teredos turus, turuaçús, gusanos, busanos, busames, anomias ou ubiraçocas" são organismos altamente especializados em perfuração de madeiras, para proteção e fonte de alimento (OMENA et al., 1990). Esse grupo tem importância relevante, pois funcionam como agente redutor da matéria orgânica, particulando a madeira e, quando morrem, deixando expostas suas galerias, o que facilita a ação de bactérias e fungos. Além disso, servem de alimento para invertebrados e vertebrados, tanto no período larval quanto após a metamorfose (SILVA, 2014).

As ostras do gênero *Crassostrea* sp. e os mexilhões *Mytella falcata*, *M. charruana* e *M. guyanenses* e *Perna perna* foram estudados em ambiente de cultivo para engorda, utilizadas como bioindicadores de metais pesados e na verificação contaminação de ambiental por vírus (SOUSA; JESUS, 1999; COSTA; NALESSO, 2002; NALESSO; GARCIA-PRADO, 2003; NALESSO; BARROSO, 2005; ALVARENGA; NALESSO, 2006; NALESSO; BARROSO, 2007; SOUZA, 2012). Os aspectos ecológicos da malacofauna de manguezal foram investigados por Rocha, Carmo e Conti (1996) em um bosque às margens do rio da Passagem em Vitória.

Os poliquetos de manguezais tiveram menos destaque nas pesquisas. As espécies foram registradas nos estudos ecológicos, nas listas dos relatórios técnicos e nos estudos de Conti e Carmo (1995) e Conti, Carmo e Rocha (1996), além dos catálogos de espécies do grupo.

Entre os crustáceos, os estudos de Floeter e Gasparini (2000), Nalesso et al. (2005b, 2005c) tiveram enfoque nos Anomura Diogenidae. Os Decapoda foram estudados por Moreira, Ramos e Freitas Netto (2010) e Pereira (2014), que realizaram um levantamento das espécies, dinâmica populacional e produção secundária de *Uca* sp.

A espécie *Ucides cordatus*, o caranguejo-uçá, foi bastante investigada por possuir interesse comercial na região. Os aspectos do desenvolvimento reprodutivo de *U. cordatus* foram descritos por Sampaio et al. (2011) e a bioecologia e distribuição espaço-temporal, por Miranda et al. (2005), Conti e Nalesso (2006), Conti, Nalesso e Cunha (2010), Conti e Nalesso (2010), Goes et al. (2010) e Vianna (2013). A gestão participativa, dessa espécie, na coleta dos caranguejos no Espírito Santo e Santa Catarina, foi abordada pelos pesquisadores Rodrigues et al. (2000). O desenvolvimento larval em laboratório de *Cardissoma guanhumi* foi realizado por Conholato, Fernandes e Zandonade (2004).

No Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra, 18 espécies de caranguejos, como, por exemplo, *Aratus pisonii*, *Goniopsis cruentata*, *Eurytium limosum*, são citadas para os manguezais e região estuarina (IEMA, 2014).

Estudos de comunidades bênticas nos manguezais foram realizados por Nalesso e Mazioli (2000), Nalesso et al. (2005a), Costa e Nalesso (2006) e Nalesso et al. (2007) e Melo e Lima (2007) abordaram sobre os invertebrados bênticos ameaçados de extinção no Espírito Santo.

Em áreas manguezais, Bernardino et al. (2018) compararam as abundâncias e diversidade da macrofauna em duas localidades, às margens do rio Piraquê-Açu-Mirim, com vegetação natural, com uma localidade onde a vegetação foi removida. Os *taxa* mais abundantes foram Polychaeta e Oligochaeta. Os resultados mostraram que as diferenças entre as áreas com relação às abundâncias, biomassas e diversidade podem não estar diretamente associadas à remoção da vegetação do mangue. Segundo os autores, a fauna estuarina pode recolonizar as áreas que foram impactadas. Contudo, a variação na composição de espécies entre as áreas faz com que a qualidade de alimento disponível para a cadeia trófica seja comprometida, sugerindo que em larga escala a cadeia trófica estuarina seja impactada.

As espécies bênticas registradas para os manguezais da costa do Espírito Santo estão listadas na **Tabela 42**.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES

O delta do rio Doce é um dos mais expressivos do Brasil, excedendo 2.500 km^2, e é dominado por ondas apresentando características de delta destrutivo. Possui único canal fluvial sem meandros nem tributários, que lança ao mar grande quantidade de material clástico. Além do volumoso aporte sedimentar, o fluxo do rio atua no bloqueio de sedimentos transportados pela corrente costeira, levando à deposição de sedimento em sua foz (ALBINO, 1999). O rio sofre pouca influência da água do mar devido à força de vazão de suas águas (IPEMA, 2009).

O litoral é caracterizado por praias intermediárias, associadas a cordões litorâneos largos, que em sua maioria se encontram em progradação ou estáveis. Os eventos erosivos mais expressivos estão associados à dinâmica fluvial, isto é, devido às alterações na direção da deriva litorânea e da descarga fluvial e nos cordões litorâneos estreitos limitados por corpos lagunares.

Quanto à qualidade das águas dos ambientes de transição, foram analisados os dados de qualidade da água do estuário do rio Doce e dos seguintes estuários adjacentes à foz do rio Doce: estuário do Rio Piraquê-Açu, estuário do rio São Matheus, estuário Barra Nova, estuário Barra do Riacho e lagoa/laguna Monsarás.

O estuário do rio Piraquê-Açu apresentou salinidades acima de 20 em todos os dados analisados, mostrando uma forte influência marinha nesse estuário, já no estuário de Barra Nova os dados de salinidade variaram entre 2 e 15, o que evidência uma menor influência marinha nesse estuário. Não foram encontrados dados de salinidades pretéritos ao desastre para o estuário do rio Doce. Os dados de oxigênio dissolvido apresentaram valores abaixo dos limites da Resolução CONAMA nº 357/2005 nos estuários de Barra Nova e do rio Piraquê, no rio Doce a maior parte dos dados esteve acima desse limite, o que caracteriza uma maior disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas nesse estuário.

As concentrações de SSTs e turbidez foram mais altas no período chuvoso do que no período seco para os dados do rio Doce, já para o estuário do rio Piraquê-Açu não foi verificada diferença entre os dois períodos para esses parâmetros.

Em relação às concentrações de metais, para o estuário do rio Doce foram obtidos os dados de metais totais no período pré-desastre do banco de dados da ANA, representando as condições de chegada das águas à foz do rio Doce. Para os dados mais próximos à foz, representando as condições do estuário, foram obtidos os dados coletados pela UFES (2017), coletados 12 e 10 dias antes da chegada da pluma de sedimentos à foz do rio Doce. Entre os dados da ANA, em relação aos valores orientadores da Resolução CONAMA nº 357/2005, apenas os parâmetros chumbo total e arsênio total apresentaram valores que superaram os limites estabelecidos para águas doces Classe 2. Para os dados da UFES, os parâmetros cromo total, arsênio total, manganês e selênio total apresentaram concentrações acima dos limites da Classe 1 para águas salobras. As concentrações de metais no material particulado em suspensão na foz do rio Doce apresentaram a seguinte dominância de metais: Fe> Al> Mn> Ba> Pb> Cr> V> Zn> Ni> Cu> As> Se> Be> Co> Ag> Cd> U.

Segundo Pinheiro e Frizzeira (2007), a lagoa Monsarás foi vítima do mal planejamento de um antigo projeto federal de drenagem de outras grandes lagoas. Consequentemente, em vez da drenagem se dirigir ao rio Doce, este deságua na lagoa Monsarás, inundando sua margem. Periodicamente, as águas do rio Doce, devido às enchentes, também se encaminham para a lagoa, acelerando o processo de enchente da lagoa. Apesar da busca de referências realizada, não foram encontrados dados específicos de qualidade de água pretéritos ao desastre para a lagoa Monsarás.

Os dados levantados para sedimentos fluviais e estuarinos demonstraram na sua maioria sedimentos arenosos para as áreas estudadas. Em relação aos elementos químicos, na maioria dos estudos analisados, somente o metal arsênio apresentou concentrações acima do Nível 1 da Resolução CONAMA nº 454/2012. Outros elementos apresentaram concentrações acima do Nível 1 em algumas poucas amostras pontuais.

A introdução do arsênio no meio ambiente, especialmente em sistemas aquáticos, tem várias fontes, as quais podem ser de origem natural e antropogênica. As fontes naturais de contaminação por arsênio abrangem minerais e rochas que contêm arsênio e os solos e sedimentos formados a partir dessas rochas, assim como os fenômenos geotermais e vulcânicos. As fontes antropogênicas incluem atividades relacionadas à preservação de madeira, aos rejeitos provenientes da mineração, das atividades de refino dos metais não ferrosos e da queima de carvão, rico em arsênio (PATACA et al., 2005), nas munições, nas baterias, nas tintas, nos têxteis, nos curtumes, nos efluentes de pocilgas e de aviários, os fertilizantes fosfatados, os herbicidas, os inseticidas e os fungicidas (REIMANN; CARITAT, 1998). O arsênio pode ser liberado na natureza através de causas naturais, como o contato da água de rios e nascentes com rochas que apresentam elevada concentração do metal. No Brasil, as fontes naturais de contaminação por arsênio, identificadas até o momento, estão relacionadas às rochas que hospedam depósitos auríferos sulfetados, como as da região do Quadrilátero Ferrífero/MG, as da Fazenda Brasileiro (Teofolândia/BA), as da Mina III (Crixás/GO) e as do Vale do Ribeira/SP. As fontes antropogênicas já identificadas no Brasil são pontuais e estão relacionadas com atividades de mineração e refino de minério de alguns dos depósitos auríferos acima mencionados. Só o Quadrilátero Ferrífero respondeu pela produção de 1.300 t de ouro nos últimos três séculos e, considerando a razão arsênio/ouro nos minérios, estima-se que pelo menos 390.000 t de arsênio devem ter sido liberadas para o ambiente. Dessa forma, fica evidente que a região pode apresentar problemas de contaminação com o elemento.

O litoral brasileiro abriga uma grande variedade de ecossistemas, permitindo uma elevada biodiversidade, com muitas espécies de flora e fauna endêmicas e outras ameaçadas de extinção (BRASIL, 2007). A zona costeira é a interface entre o ambiente terrestre e marinho, sendo um sistema complexo que regula mecanismos costeiros, e oferece uma série de funções ecológicas, nas quais a biodiversidade exerce papel fundamental (BRASIL, 2002, 2007). Na região da foz do rio Doce, a ressurgência das Águas Centrais do Atlântico Sul, em conjunto com o aporte de água doce do rio Doce, torna o ambiente marinho da região altamente produtivo (EKAU; KNOPPERS, 1999; BRASIL, 2002).

Na porção terrestre do ambiente costeiro, cada uma das formações vegetais citadas para a região da foz do rio Doce: restinga, mangue, campos e florestas inundáveis e a mata de cabruca, possui uma florística dependente de fatores abióticos (geologia, relevo, solo, lençol freático, entre outros) e da dinâmica do próprio rio. Tendo em vista a importância da cobertura vegetal para a fauna, contenção de sedimentos, disponibilidade de alimento, entre outras, as alterações ocasionadas pelo desastre na dinâmica do rio podem ter influenciado na composição da vegetação. Para compreender a influência do ocorrido na composição das espécies, será desenvolvido um inventário florestal, bem como um levantamento dos outros grupos de flora (herbáceas, lianas, epífitas, macrófitas, reófitas, banco de sementes) em fragmentos saudáveis da vegetação ripária do rio Doce, a fim de estabelecer informações robustas sobre a flora local e estimar os danos causados. Esses dados serão cruzados com o mapeamento dos fragmentos atingidos para obtenção das perdas reais e potenciais.

Passando para o ambiente aquático, a microbiota, representada pelo zooplâncton, fitoplâncton e outros organismos planctônicos, reflete as condições do meio no qual está inserida e, assim, o seu desequilíbrio indica as alterações ambientais e o grau de interferência quanto ao dano causado em situações de distúrbios ambientais, como é o caso. As informações sobre a comunidade planctônica em momento anterior ao desastre de Mariana/MG servirão como ponto de partida para a elaboração do diagnóstico ambiental, que mostrará os danos associados ao desastre e sua influência sobre a microbiota da região estuarina e costeira do estado do Espírito Santo.

Apesar de o Espírito Santo ser considerado uma das regiões mais ricas em macroalgas bentônicas no Brasil, estudos sobre esse grupo são escassos e as poucas informações obtidas não permitiram caracterizar a comunidade que ocorre nesses ambientes.

Já para a fauna bêntica, poucos estudos foram realizados nos estuários da zona costeira do Espírito Santo. Os estudos desenvolvidos procuraram relacionar as condições ambientais com as frequências de ocorrência das espécies e suas abundâncias. Para comunidades praiais, a maioria dos estudos desenvolvidos deu enfoque a um único grupo taxonômico. Como já detalhado anteriormente neste relatório, não existe manguezal na foz do rio Doce, porém, alguns estudos foram realizados após o desastre de Mariana/MG em áreas de manguezais mais preservados, como do estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, com maior proximidade à foz do rio Doce. Esses dados representam fonte de informações para comparações com os resultados deste estudo e também auxiliaram na elaboração da lista de espécies de ocorrência na região. A comunidade bentônica, como crustáceos e moluscos, junto aos peixes, é de extrema importância como recurso pesqueiro na região.

Além da importância como pescado, os peixes desempenham importantes funções ecológicas nos ecossistemas costeiros. A ictiofauna da foz do rio Doce é composta por uma combinação de espécies estuarino-residentes (ou residentes), as quais completam seu ciclo de vida no estuário, estuarino-transientes (ou marinhas dependentes), que reproduzem na plataforma continental, porém os

indivíduos juvenis usam o estuário como berçário, e as espécies visitantes-ocasionais (ou marinhas visitantes), geralmente adultas, que entram no estuário para se alimentar.

Um grupo que utiliza tanto o ambiente aquático quanto o terrestre na foz do rio Doce são as tartarugas marinhas. É possível afirmar que o conhecimento acerca desse grupo temático ainda é incipiente na área de estudo. A maior parte dos estudos disponíveis se refere à tartaruga-de-couro (*D. coriacea*) e à tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), espécies que utilizam regularmente a região litorânea de estudo como sítio de desova. As demais espécies são abordadas em menor frequência em pesquisas, confirmando desovas eventuais e a presença de áreas de alimentação na costa do Espírito Santo. Estudos pretéritos ao desastre mostram que as taxas de parâmetros reprodutivos das tartarugas seguem ciclos ainda não bem conhecidos, que podem depender de fatores climáticos, de desenvolvimento reprodutivo, entre outros. É importante ressaltar que são parcos os estudos referentes à toxicidade e metais pesados presentes nos organismos dos quelônios, eventualmente, capturados nas pesquisas pretéritas levantadas, fato este dificultador do estabelecimento de parâmetros de contaminação entre as situações anterior e posterior ao desastre ambiental avaliado nesta pesquisa.

O ambiente costeiro é relevante ainda para um grande número de espécies de aves. Ao longo da costa do Espírito Santo ocorrem 51 espécies, entre táxons que habitam propriamente a praia e táxons que ocupam outros ambientes lindeiros. Entre as espécies ali registradas, algumas são migratórias e presumivelmente passam pela região contingentes populacionais elevados. Apenas duas das espécies relacionadas como costeiras encontram-se ameaçadas, quais sejam, *Calidris canutus* (criticamente ameaçado) e *Calidris pusilla* (ameaçado), ambas no âmbito nacional (BRASIL, 2014).

O levantamento dos dados permite afirmar que os ambientes de transição localizados na região da foz do rio Doce têm grande importância ecológica, uma vez que são áreas utilizadas por diversas espécies como berçário, área de reprodução, desenvolvimento e alimentação. A manutenção desse tipo de ambiente é fundamental para a preservação das mais diversas espécies nele encontradas. O estuário da foz do rio Doce apresenta ainda importante atividade pesqueira como recurso social e econômico para a população que vive no seu entorno.

Apesar da grande importância desses ambientes, na região, assim como em grande parte do país, os ecossistemas costeiros vêm sofrendo pressões antrópicas diversas, como a urbanização, exploração desordenada dos recursos naturais, os portos e terminais petrolíferos e a contaminação com fertilizantes e agrotóxicos provenientes de corpos hídricos fluviais. Os danos sofridos por esses ambientes, agravados por desastre ambientais como o do presente estudo, podem atingir grandes escalas. Considerando riscos para espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, por exemplo, os impactos deixam de ser apenas locais, estendendo-se a nível global (BRASIL, 2002).

Apesar de todas essas características que ressaltam a importância biológica dessa região com a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, raras, endêmicas e migratórias, a proteção dos ecossistemas costeiros (praia, restinga, florestas de tabuleiro) e estuarinos (manguezal e foz do rio Doce) por meio de unidades de conservação de proteção integral na área de abrangência deste estudo é baixa, sendo protegidos aproximadamente 4.800 ha desses ecossistemas e sua biodiversidade, enquanto por meio de unidades de conservação de uso sustentável é em torno de 26.300 ha.

4 REFERÊNCIAS

ABSALÃO, R. S. Padrões distributivos e zoogeografia dos moluscos da plataforma continental brasileira. Parte III. Comissão Oceanográfica Espírito Santo I. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 84, supl. 4, p. 1-6, 1989.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Estação. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>. Acesso em: 15 maio 2017.

AGUIAR, A. L. et al. Upwelling processes along a western boundary current in the Abrolhos–Campos region of Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 85, p. 42-59, 2014.

AGUIAR, J. E. et al. The geostatistics of the metal concentrations in sediments from the eastern Brazilian continental shelf in areas of gas and oil production. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 51, p. 91-104, 2014.

ALBINO, J. **Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES**. 1999. Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ALBINO, J. et al. Adaptação morfológica e variação granulométrica das areias da praia de Camburi, Vitória – ES, após engordamento artificial. Artigo em publicação na Revista Pesquisas em Geociências, UFRGS/RS, 2001.

ALBINO, J.; GIRARDI, G; NASCIMENTO, K. A; Erosão e progradação do litoral do Espírito Santo. In: MUEHE, D. (Org.). Erosão e progradação do litoral do Brasil. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 227-264.

ALBINO, J.; SUGUIO, K. Sedimentation processes and beach morphodynamics active at the Doce River mouth, Espírito Santo State, Brazil. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, v. 82, n. 4, p. 1031-1044, 2010.

ALCARAZ, M.; CALBET, A. Zooplankton ecology. In: DUARTE, C.; HELGUERAS, A. L. (Eds.). **Marine ecology**. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Oxford, UK: UNESCO/Eolss Publishers, 2013. p. 295-318.

ALGADERMIS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para atividade de extração de sedimento biodetrítico marinho em jazidas das Algadermis – litoral do Espírito Santo**. Relatório técnico. Vitória: Algadermis, 2010.

ALMEIDA, A. P. et al. Os répteis ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. In: PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. (Orgs.). **Espécies da fauna ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica, 2007. p. 65-74.

ALONGI, D.M. Bacterial productivity and microbial biomass in tropical mangrove sediments. **Microb. Ecol.**, 15:59-79, 1988.

ALONGI, D. M. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. **Rev. Biol. Trop.**, v. 37, n. 1, p. 85-100, 1989.

ALONSO, M. B.; ELJARRAT, E.; GORGA, M.; et al. Natural and anthropogenically-produced brominated compounds in endemic dolphins from Western South Atlantic: Another risk to a vulnerable species. **Environmental Pollution**, v. 170, p. 152-160, 2012.

ALVARENGA, L.; NALESSO, R. C. Preliminary assessment of the potential for mangrove oyster cultivation in Piraquê-Açu River Estuary (Aracruz, ES). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 1, p. 163-169, 2006.

AMADO-FILHO, G. M. et al. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. **Ciências Marinas**, v. 36, n. 4, p. 371-391, 2010.

AMADO-FILHO, G. M. et al. Structure of rhodolith beds from 4 to 55 meters deep along the southern coast of Espírito Santo State, Brazil. **Ciências Marinas**, v. 33, n. 4, p. 399-410, 2007.

AMADO-FILHO, G. M. et al. Spatial and temporal dynamics of the abundance of crustose calcareus algae on the southernmost coral reefs of the western Atlantic (Abrolhos Bank, Brazil). **Algae**, v. 33, n. 1, p. 85-99, 2018.

AMARAL, A. C. Z. et al. Sobre a macroinfauna bêntica entremarés de praias da Ilha de São Sebastião. Anais III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira - Subsídios a um Gerenciamento Ambiental. **Publ. ACIESP, São Paulo**, v. 3, n. 87, p. 330-337, 1994.

AMARAL, A. C. Z. et al. Brazilian Sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. **Brazilian Journal of Oceanography**., v. 64, suppl. 2, p. 5-16, 2016.

AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2005.

AMARAL, A. C. Z.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. Del. B. (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil**: plataforma externa e talude superior. São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP, São Paulo, 2004. (Série Documentos ReviZEE: Score Sul).

AMARAL, T. S.; FERREIRA, M. M.; LOUREIRO FERNANDES, L. Variação sazonal da comunidade zooplanctônica em um recife artificial marinho, victory-8b, Guarapari, Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Sociedade de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, 2007.

AMORIM, F. N. et al. The seasonal circulation of the Eastern Brazilian shelf between 10° S and 16° S: A modelling approach. **Continental Shelf Research**, v. 65, p. 121-140, 2013.

AMORIM, F. N. al. The influence of large-scale circulation, transient and local processes on the seasonal circulation of the Eastern Brazilian Shelf, 13° S. **Continental Shelf Research**, v. 32, p. 47-61, 2012.

ANDRADE, F. F. **Assembleia de peixes do estuário do rio São Mateus (ES)**: variações espaço-temporais na estrutura e composição. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santos, Vitória, 2016.

ANDRADE-LIMA, D. de. 1966. **Esboço fitoecológico de alguns brejos de Pernambuco**. Boletim Técnico IPA, 7p. (Boletim Técnico, n. 8).

ANDRIOLO, A. et al. Humpback whales within the Brazilian breeding ground: distribution and population size estimate. **Endangered Species Research**, v. 11, n. 3, p. 233-243, 2010.

ANGUSAMY, N.; RAJAMANICKAM, G. V. Coastal processes of central Tamil Nadu, India: clues from grain size studies. **Oceanologia**, v. 49, n. 1, p. 41- 52, 2007.

APRILE, F. M.; LORANDI, R.; BIANCHINI JR., I. A dinâmica costeira e os processos erosivos na foz do rio Doce, Espírito Santo – Brasil. **Bioikos**, PUC-Campinas, v. 18, n. 1, p. 71-78, 2004.

APRILE, F. M. et al. Lagos costeiras do Espírito Santo, Brasil: caracterização química do sedimento e água destes ecossistemas. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8., 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 1996. p. 1361-1371.

AQUACONSULT. **Monitoramento ambiental do sistema de produção e escoamento de gás natural dos Campos de Peroá e Cangoá, bacia do Espírito Santo**: 1ª campanha de monitoramento. Relatório técnico ambiental. Vitória: Aquaconsult, 2003.

ARA, K. Temporal variability and production of *Temora turbinate* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 4, p. 399-406, 2002.

_____. Temporal variability and production of the planktonic copepod community in the Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. **Zoological Studies**., v. 43, n. 2, p. 179-186, 2004.

ARAUJO, C. C. V. et al. Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo. **Iheringia Sér. Zool.**, v. 98, n. 1, p. 129-135, 2008.

ARAÚJO, H.; MONTÚ, M. Novo registro de *Temora turbinata* (Dana, 1949) (Copepoda, Crustácea) para águas atlânticas. **Nauplius**, v. 1, p. 89-90, 1993.

ARGOLO, R M. **Cronologia de sedimentação recente e de deposição de metais pesados na baía de Todos os Santos usando Pb210 e Cs137**. 2001. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

AS/PEG. Dados da região costeira da bacia de Campos e bacia do Espírito Santo. **Relatório técnico**. 2003.

ASSIS, A. M.; THOMAZ, L. D.; PEREIRA, O. J. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setibá, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 349-361, 2004.

AUGUSTO, F. G. A. **Comunidades bentônicas como bioindicadores de estresse**. 2010. Monografia (Graduação em Oceanografia e Ecologia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

BACOCCOLI, G. Os deltas marinhos holocênicos brasileiros: uma tentativa de classificação. **Boletim Técnico da Petrobras**, n. 14, p. 5-38, 1971.

BAHIA, R. G.; AMADO-FILHO, G. M.; MANEVELDT, G. W. *Sporolithon molle* (Heydrich) Heydrich (Sporolithales, Corallinophycidae, Rhodophyta): an addition to the Atlantic flora found on a remote oceanic island. **Cryptogamie Algologie**, v. 35, n. 1, p. 7-14, 2014.

BAHIA, R. G. et al. First report of Sporolithon ptychoides (Sporolithales, Corallinophycidae, Rhodophyta) for the Atlantic Ocean. **Phycological Research**, v. 59, p. 64-69, 2011.

BAHIA, R. G. et al. *Sporolithon tenue* sp. nov. (Sporolithales, Corallinophycidae, Rhodophyta): a new rhodolithforming species from the tropical southwestern Atlantic. **Phycological Research**, v. 62, p. 44-54, 2014.

BANDEIRA JR., A. N.; PETRI, S.; SUGUIO, K. **Projeto rio Doce (relatório final)**. Rio de Janeiro: Petrobras, CENPES, 1975.

BANDEIRA-PEDROSA, M. E.; PEREIRA, S. M. B.; OLIVEIRA, E. C. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 363-377, 2004.

BAPTISTOTTE, C. **Parâmetros reprodutivos das tartarugas marinhas na região da foz do rio Doce**. Projeto TAMAR. 2017.

BARATA, D. **Clorofíceas marinhas bentônicas do estado do Espírito Santo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo, 2004.

_____. **Taxonomia e filogenia do gênero *Caulerpa* J.V. Lamour. (Bryopsidales, Chlorophyta) do Brasil**. 2008. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BARATA, D.; FUJII, M. T. Ctenocladaceae e Ulvellaceae (Chlorophyta) do Espírito Santo e litoral norte de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 33, p. 359-370, 2006.

BARATA, D.; PENHA, J. S.; SANTOS, N. H. S.; SOSSAI, B. G.; COSTA, W.B. **Macroalgas marinhas bentônicas de manguezais do litoral extremo norte do Espírto Santo**. Anais do XV Congresso Brasileiro de Ficologia, São Lourenço. 2014.

BARBOSA, S.O.; FIGUEIREDO, M.A.O. & TESTA, V. 2008. Estrutura e dinâmica de comunidades bentônicas dominadas por macrófitas na zona intramareal da praia de Jacaraípe, Espírito Santo, Brasil. **Hoehnea 35**: 563-575. 144.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Structure and Seasonal Dynamics of Larval Fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, n. 2, p. 193-206, 2002.

BARRELL, J. Criteria for the recognition of ancient delta deposits. **Geol. Soc. America Bull.**, v. 23, p. 377-446, 1912.

BASÍLIO, M. S. **Geoquímica dos sedimentos associados aos minérios de ferro na região leste-sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG e seu potencial para potencial para adsorção e dessorção de metais traço**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Naturais – Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais) –Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

BASTOS, A. C. et al. Shelf morphology as an indicator of sedimentary regimes: a synthesis from a mixed siliciclastic and carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 63, p. 125-136, 2015.

BATES, C. C. Rational theory of delta formation. **Bull. American Assoc. Petr. Geologists**, v. 37, n. 9, p. 119-162, 1953.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. **Manual de análises em oceanografia química**. Rio Grande: Editora da FURG, 1996.

BECKLEY, L. E. The ichthyofauna of the Sundays Estuary, South Africa, with particular reference to the juvenile marine component. **Estuaries**, v. 7, n. 3, p. 248-258, 1984.

BELLINI, C.; RIETH, D.; ALMEIDA, A. P. L. S. Acompanhamento das ocorrências (emergências) de tartarugas marinhas, na temporada reprodutiva 1989/1990, nas praias entre o Rio Doce e Barra Seca, ES. **Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, Porto Alegre, v. 42, n. 7, p. 371-372, 1990.

BENCKE, G. A. et al. (Org.). Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte 1 - Estados do domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil, 2006.

BERLANDI, R. M.; FIGUEIREDO, M. A. O.; PAIVA, P.C. Rhodolith morphology and the diversity of polychaetes off the southeastern Brazilian coast. **Journal of Coastal Research**, v. 28, n. 1, p. 280-287, 2012.

BERNARDINO, A. F. et al. Benthic estuarine communities in Brazil: moving forward to long term studies to assess climate change impacts. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 2, p. 81-96, 2016.

BERNARDINO, A. F. et al. Mangrove clearing impacts on macrofaunal assemblages and benthic food webs in a tropical estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v. 126, p. 228-235, 2018.

BERNER, R. A new geochemical classification of sedimentary environments. **J. Sedimen. Petrol.**, v. 51, n. 2, p. 359-365, 1981.

BERTOLDI, L. **Distribuição espaço-temporal de clorofila-a, fósforo total e turbidez no estuário do rio Piraquê-Açu (Aracruz, ES)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

BEZAMAT, C.; WEDEKIN, L. L.; SIMÕES-LOPES, P. C. Potential ship strikes and density of humpback whales in the Abrolhos Bank breeding ground, Brazil. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem**, v. 25, p. 712-725, 2015.

BIANCHINI, A. **Avaliação do impacto da lama/pluma Samarco sobre os ambientes costeiros e marinhos (ES e BA) com ênfase nas unidades de conservação**. Primeira Expedição do Navio de pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio. Relatório técnico. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande. Instituto de Ciências Biológicas, 2016.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Orgs.). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: Rima, 2004.

BIODINÂMICA. Relatório de Controle Ambiental – RCA para a atividade de perfuração marítima na área do bloco BES-3. **Relatório técnico**. Repsol/YPF. 2000. Cap. 6.3.

_____. Estudo de Impacto Ambiental do Ductos Cacimbas, Barra do riacho, Terminal Aquaviário da Barra do Riacho. **Relatório técnico**. 2007. v. 1/3, 9 seções.

BIOENSAIOS. Monitoramento Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural dos Campos de Peroá e Cangoá, Bacia do Espírito Santo - 5º Campanha de Monitoramento. **Relatório técnico ambiental**. 2010.

_____. Monitoramento Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural dos Campos de Peroá e Cangoá, Bacia do Espírito Santo - 6º Campanha de Monitoramento. **Relatório técnico ambiental**. 2011.

_____. Monitoramento Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural dos Campos de Peroá e Cangoá, Bacia do Espírito Santo - 7º Campanha de Monitoramento. **Relatório técnico ambiental**. 2013.

BIONDI, C. M. et al. Teores de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni e Co em solos de referência de Pernambuco. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 35, p. 1057-1066, 2011.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.) **Atlas del zooplancton del Atlântico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Mar del Plata: Publ. Esp. INIDEPE, 1981. p. 587-679.

BLABER, S. J. M. Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation. Queensland: Blackwell Science, 2000.

BLOCKLEY, S. P. et al. **Tephrochronology and the extended intimate** (integration of ice-core, marine and terrestrial records) event stratigraphy 8–128 ka b2k. **Quaternary Science Reviews**, v. 106, p. 88-100, 2014.

BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers, 1999.

BOLZAN, M. S. **Peixes em áreas rasas do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

BORNATOWSKI, H. et al. Shark scavenging and predation on cetaceans at Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, v. 92, n. 8, p. 1767-1772, 2012.

BORTOLOTTO, G. A. et al. Whale, whale, everywhere: increasing abundance of Western South Atlantic humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Their Wintering Grounds. **PLOS ONE**, v. 11, n. 10, 2016.

BOTTA, S. **Uso do habitat e identificação de unidades populacionais de pequenos cetáceos do Atlântico Sul-Ocidental através de isótopos estáveis e elementos traço**. 2011. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2011.

BOWEN, E. D. Role of marine mammals in aquatic ecosytems. **Marine Ecology Progress Series**, v. 158, p. 267-274, 1997.

BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.) **Atlas del zooplancton del Atlântico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Publ. Esp. INIDEPE, Mar del Plata, 1999. p. 869-1098.

BRAGA, A. A. et al. Biodiversidade dos Crustacea Decapoda (Arthropoda) no litoral sul do Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESO URUGUAYO DE ZOOLOGÍA, 2., 2012, Montevideo. **Anais...** Montevideo, Uruguai, 2012.

BRANDINI, F. P. et al. **Planctonologia na plataforma continental do Brasil**. Diagnose e revisão bibliográfica. REVIZEE, 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_arquivos/plancto.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

BRANDINI, F. P.; MORAES, C. L. B.; THAMM, C. A. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano and microplankton community of southeastern Brazil. In: BRADINI, F. P. **Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton**. Curitiba: UFPR, 1988. p. 47-56.

BRASIL. Decreto nº 90.222, de 25 de setembro de 1984. Cria, no Estado do Espírito Santo, a Reserva Biológica de Comboios, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 set. 1984. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-90222-25-setembro-1984-440496-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 26 jul. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos sulinos. Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Panorama da zona costeira e marinha. In: _____. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, DF: mmA, 2002, p. 267-339.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira: atualização – Portaria mmA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, DF: mmA, 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Conduta consciente em ambientes recifais**. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Brasília: mmA/SBF, 2009a.

_____. Decreto de 5 de junho de 2009. Cria a Reserva Extrativista de Cassurubá, localizada nos Municípios de Caravelas, Alcobaça e Nova Viçosa, no Estado de Bahia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jun. 2009b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Dnn/Dnn12058.htm>. Acesso em: 1 set. 2017.

_____. Decreto de 17 de junho de 2010. Dispõe sobre a criação do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jun. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Dnn/Dnn12648.htm>. Acesso em: 4 ago. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 454, de 01 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 nov. 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014: Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/82544531/dou-secao-1-18-12-2014-pg-123-124>. Acessado em 17/07/2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Dados**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 17 jul. 2017.

_____. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Resolução CIRM nº 01, de 21 de novembro de 1990. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 nov. 1990.

_____. 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.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Sumário Executivo: **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 76p. 2016

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores**. Amsterdam: Elsevier, 1990.

BRUCE, T. et al. Abrolhos bank reef health evaluated by means of water quality, microbial diversity, benthic cover, and fish biomass data. **PLOS ONE**, v. 7, n. 6, e36687, 2012.

BRULAND, K. W.; LOHAN, M. C. Controls of Trace Metals in Seawater. In: ELDERFIELD, H.; HOLLAND, H. D.; TUREKIAN, K. K. (Eds.). **Treatise on geochemistry**. Elsevier, 2003. v. 6, p. 23-47.

BUCHMAN, M. F. **Screening Quick Reference Table (SQuiRTs)**. Technical Report. 2008. (NOAA OR & Report ; 08-1).

BURGER, J. et al. Mercury, lead, cadmium, arsenic, chromium and selenium in feathers of shorebirds during migrating through Delaware Bay, New Jersey: Comparing the 1990s and 2011/2012. **Toxics**., v. 3, n. 1, p. 63-74. 2015.

CAFFE, A. et al. Caracterização da ictiofauna do Saco da Fazenda e área adjacente na foz do rio Itajaí-Açu, SC. Brasil. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 1997, Itajaí. **Anais...** Itajaí, 1997.

CALADO, T. C. S. **Taxonomia, biogeografia e ecologia da Superfamília Hippoidea na costa brasileira (Crustacea, Decapoda)**. 1996. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

CALDEIRA, F. N. **Ictiofauna de bancos de macrófitas aquáticas do baixo rio Jucu, Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas) – Universidade de Vila Velha, Vilha Velha, 2009.

CALMANO, W. Metals in sediments: remobilization and environmental hazards. In: MUNAAWR, M.; DAVE, G. (Eds.). **Development and progress in sediment quality assessment**: rationale, challenges, techniques & strategies. Amsterdan: The Netherlands, 1996. p. 1-33.

CAMARGO, T. M.; TOMMASI, L. R. Os equinodermos da região entre o Espírito Santo e o Cabo de Santa Marta Grande (SC). In: SIMPÓSIO SOBRE OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA, 5., 1978, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1978.

CAMPELO, R. P. S. **Variabilidade Interanual (10 anos) da comunidade zooplanctônica na região costeira do Espírito Santo, em área sob influência de efluente industrial aquecido**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2010.

CAMPOS, E. J. D. Equatorward translation of the Vitoria Eddy in a numerical simulation. **Geophys. Res. Lett.**, v. 33, L22607, 2006.

CANTOR, M. et al. Assessing population parameters and trends of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): an eight-year mark-recapture study. **Marine Mammal Science**, v. 28, n. 1, p. 63-83, 2012.

CARDOSO, M. D. et al. The Manx shearwater (*Puffinus puffinus*) as a candidate sentinel of Atlantic Ocean health. **Aquat Biosys**, 10, p. 1-10, 2014.

CARMO, T. M. S. et al. Os manguezais da Baía de Vitória, Espírito Santo: um ecossistema ameaçado. **Revista Brasileira de Biologia**., v. 55, n. 4, p. 801-808, 1995.

CARMO, T. M. S. et al. Caracterização de um trecho do manguezal do rio da Passagem, Baía de Vitória, Vitória, ES, Brasil. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1998a. p. 6-16.

CARMO, T. M. S. et al. Caracterização do manguezal do rio Reis Magos, Fundão, Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1998b. p. 17-29.

CARMO, T. M. S. et al. Caracterização da estrutura do manguezal de Goiabeiras Velha, Vitória, Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 5., 2000, São Paulo. **Anais... São Paulo:** ACIESP, 2000. p. 381-388.

CARVALHO, A. P. M. et al. Crescimento e desenvolvimento de boto-cinza (*Sotalia guianensis*) do litoral do Espírito Santo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 205-208, 2012.

CARVALHO, V. F. **Avaliação dos impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas bentônicas no litoral do espírito Santo, Brasil**. 2013. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

CASTELLO, J. P. (Coord.). Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Oceanografia Biológica: Nécton**, Rio Grande, v. 5, 1994.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 40N and 340S. In: ROBBINSON, A. R.; BRINK, K. H. (Eds.). **The sea**. New Youk: John Willey & Sons, Inc., 1998. v. 11, p. 209-251.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. **Bull. mar. Sci.**, v. 69, n. 2, p. 357-371, 2001.

CASTRO, G. A.; SANTOS, E. F. Levantamento preliminar de moluscos em praias arenosas e areno-lodosas de Piúma, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 84, n. 4, p. 101-104, 1989.

CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozooplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**, v. 25, p. 436-444, 2008.

CCME. Canadian Water Quality Guidelines For The Protection Of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0: **technical report**. Winnipeg, 2002. 13 p.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE AVES SILVESTRES (CEMAVE). Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. Cabedelo - PB: Cemave/icmbio, 2016. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Miolo_Rotas_Migrat%C3%B3rias_2016_final.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

CEPEMAR. **EIA - Estudo de impacto ambiental para a atividade de produção de óleo e gás no Campo de Golfinho – Bacia do Espírito Santo**. Relatório técnico. CPM RT 085/04. Petrobras: UN/ES, 2004a. v. II/IV.

_____. **EIA - Estudo de impacto ambiental terceira pelotização da Samarco em Ponta Ubú**. RT 139/04. Vitória: CEPEMAR, 2004b.

_____. **Projeto de expansão do Terminal Especializado de Barra do Riacho - Portocel**. Vitória: CEPEMAR, 2006a.

_____. **EIA para a atividade de pesquisa sísmica marítima 4D nas áreas dos Campos de Golfinho, Canapu, Camarupim, Camarupim Norte, Peroá e Cangoá, na bacia do Espírito Santo**. RT 203/09. Vitória: CEPEMAR, 2006b.

_____. **EIA - Projeto de expansão do Terminal Especializado de Barra do Riacho – Portocel I**. RT 005/06. Vitória: CEPEMAR, 2006b.

_____. **Monitoramento do efluente líquido da Aracruz Celulose no ecossistema Marinho**. Aracruz Celulose S/A. Relatórios técnicos das campanhas de verão e inverno CPM RT 054/06 e 282/06. Vitória: CEPEMAR, 2006c.

_____. **Monitoramento ambiental do bloco exploratório BM-ES-5, bacia do Espírito Santo**. Petrobras – UN/ES. CPM RT 022/06. Vitória: CEPEMAR, 2006d.

_____. **Monitoramento ambiental da unidade FPSO Seillean na área do poço ESS-132 no Campo de Golfinho bacia do Espírito Santo**. Relatório técnico. CPM RT 074/06. Petrobras – UN/ES, 2006e.

_____. **Monitoramento ambiental da unidade FPSO Capixaba no Campo de Golfinho na bacia do Espírito Santo**. Relatório técnico. CPM RT 086/06. Petrobras – UN/ES, 2006f.

_____. **Relatório de monitoramento da dragagem da Portocel**: campanha pré-operacional. Relatório técnico COM RT 358/08. Vitória: CEPEMAR, 2008.

_____. **Caracterização morfodinâmica, restauração e manutenção das praias oceânicas de Vitória/ES**: fase 02. Vale. Relatório técnico final. CPM RT 156/08. Vitória: CEPEMAR, 2009a.

_____. **EIA - Estudo de impacto ambiental do projeto de expansão do Terminal Portuário de Ubu - Anchieta/ES**. Relatório técnico. RT 605/08. Vitória: CEPEMAR, 2009b.

_____. **Estudo de impacto ambiental de pesquisa sísmica marítima 4D nas áreas dos Campos de Golfinho, Canapu, Camarupim, Camarupim Norte, Peroá e Cangoá, na Bacia do Espírito Santo**. Relatório Técnico CPM RT 203/09. Vitória: CEPEMAR, 2010a.

_____. **Monitoramento marinho da baía do Espírito Santo e da região de Praia Mole**. VALE. Relatório Anual (2008/2009). Relatório técnico. CPM RT 211/09. Vitória: CEPEMAR, 2010b.

_____. **Monitoramento do efluente líquido da Fibria no ecossistema marinho**. Relatório técnico COM RT 289/11. Vitória: CEPEMAR, 2011a.

_____. **EIA - Estudo de impacto ambiental para o gasoduto Sul Norte Capixaba**. CPM RT 086/10. Vitória: CEPEMAR, 2011b.

CEPILE, A. **Estimativa populacional por marcação-recaptura e padrões de atividade do boto cinza, Sotalia guianensis (Cetacea, Delphinidae) em Regência, ES**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2008.

CHAGAS, L. P.; JOYEUX, J. C.; FONSECA, F. R. Small-scale spatial changes in estuarine fish: subtidal assemblages in tropical Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 86, p. 861-875, 2006.

CHAO, L. N. et al. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul. **Atlântica**, v. 5, n. 1, p. 67-75, 1982.

CHAVES, P.T.C. A incubação de ovos e larvas em Genidens genidens (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Rev. bras. Zool**. 11 (4): 641-648, 1994.

_____. Atividade reprodutiva de Bairdiella ronchus (Cuvier) (Pisces, Sciaenidae) na baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Rev. bras. Zool.**, v. 12, n. 4, p. 759-766, 1995.

CHAVES, P. T.; VENDEL, A. L. Aspectos da alimentação de Genidens genidens (Valenciennes) (Siluriformes, Ariidae) na Baía de Guaratuba, Paraná. **Rev. bras. Zool.**, v. 13, n. 3, p. 69-675, 1997.

CHIARELLO, A. G. et al. Os mamíferos ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. In: PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. (Orgs.). **Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo**. Vitória: IPEMA. 2007. p. 29-40.

CIOTTI, A. M. et al. Clorofila a, Medidas Bio-ópticas e Produtividade Primária. In: VALENTIN, J. L. (Ed.) **Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília, DF: Ideal Gráfica e Editora, 2006. p. 31-60.

CLAPHAM, P. J.; MEAD, J. G. *Megaptera novaeangliae.* **Mammalian Species**, n. 604, p. 1-9, 1999.

CLARK, B. M. Variation in surf-zone fish community structure across a wave exposure gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 44, p. 659-674, 1997.

CLARK, R. B. **Marine pollution**. Oxford: Clarendon Press, 1992.

COELHO, E. P. et al. Levantamento das aves marinhas no percurso Rio de Janeiro - Bahia (Brasil). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 38, n. 2, p. 161-167, 1990.

COLODETE, M. F.; PEREIRA, O. J. Levantamento Florístico da restinga de Regência, Linhares / ES. **Revista Brasileira de Biociência** 5: 558-560, 2007.

COLOMBO, N. **Dinâmica temporal da assembleia de peixes em duas praias arenosas no Brasil**: Espírito Santo e Santa Catarina. 2016. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) e Agência Nacional do Petróleo (ANP). **Relatório de conclusão do Projeto Batimetria**: Acordo de Cooperação Técnica entre a CPRM e ANP. 2013.

CONHOLATO, F. A.; FERNANDES, L. F. L.; ZANDONADE, E. **Influência da temperatura e salinidade no desenvolvimento larval de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (Decapoda, Gercacinidae) em laboratório**. 2004. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas e Naturais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science.**, v. 199, p. 1302-1310, 1978.

CONTI, R. C.; CARMO, T. M. S. do. **Aspectos ecológicos da fauna de anelídeos poliquetos do manguezal do Rio da Passagem, Vitória, Espírito Santo, Brasil**. 1995. Monografia (Especialização em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1995.

CONTI, R. C.; CARMO, T. M. S. do; ROCHA, G. B. Aspectos ecológicos da fauna de anelídeos poliquetos do manguezal do Rio da Passagem, Vitória, ES. In: REUNIÃO ESPECIAL DO SBPC, 3., 1996, Florianópolis. Ecossistemas Costeiros. Do Conhecimento à Gestão. Florianópolis: EDEME Indústria Gráfica e Comunicação S/A, 1996.

CONTI, R. C.; NALESSO, R. C. **Dinâmica espaço-temporal de *Ucides cordatus* (Decapoda, Ocypodidae) no manguezal do rio Piraquê-Açu, Aracruz, ES**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas e Naturais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

CONTI, R. C.; NALESSO, R. C.; CUNHA, R. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraquê-açu River estuary, Espírito Santo, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 81-92, 2010.

COPPETEC FUNDAÇÃO (COPPE). **Avaliação dos impactos da ruptura da barragem de rejeitos de Fundão em Mariana, nove meses após o desastre**. Rio de Janeiro: COPPE, 2017. Disponível em: <http://www.lima.coppe.ufrj.br/images/documentos/projetos/relatorio-vale/1-_Cap_1_-_COPPE.20275.Cap1.Infraestrutura.Relat%C3%B3rio.Final.04.01.2017.pdf>. Acesso em: 3 maio 2017.

CORADINI, M. R. **Estudo da comunidade fitoplanctônica em três pontos da região estuarina de Barra Nova (São Mateus-ES)**. 2003. Monografia (Especialização em Avaliação de Processos Ambientais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

CORBI, J. J. et al. Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes às áreas de cultivo de cana de açúcar, Estado de São Paulo, Brasil. **Química Nova**, v. 29, p. 61-65, 2006.

CORREA, L. B.; KROHLING, W. Densidade e distribuição vertical de peixes Pomacanthidae (Teleostei) na Ilha Escalvada, Guarapari, ES. **Natureza online**, v. 8, n. 1, p. 1-7, 2010.

CORRÊA, M. F. M. **Ictiofauna da baía de Paranaguá e adjacências (litoral do Estado do Paraná-Brasil)**: Levantamento e Produtividade. 1987. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1987.

_____. Caracterização ambiental da Região Sudeste-Sul: Paraná. In: CASTELLO, J. P. (Coord.). Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Oceanografia Biológica: Nécton**, Rio Grande, v. 5, 1994. p. 7-8

COSTA, A. et al. Community Structure of The Tintinnids (Ciliophora: Spirotrichea) in the region of Abrolhos (Bahia, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, n. 1, p. 51-61, 2015.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. (Orgs.). **Brazilian reptiles**: list of species. Version 2018. Disponível em: <www.sbherpetologia.org.br. 2018>. Acesso em: 10 ago. 2018.

COSTA, K. G.; NALESSO, R. C. Cultivo Experimental de *Mytella falcata* (d' Orbigny, 1846) e *M. guyanensis* (Lamarck, 1819) no estuário do Rio Piraque-açu, ES. **Acta Limnologica Brasiliense**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 15-22, 2002.

_____. Effects of mussel farming on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil. **Aquaculture International.**, v. 258, p. 655-663, 2006.

COSTA, P. A. S.; BRAGA, A. C.; ROCHA, L. O. F. Reef fisheries in Porto Seguro, eastern Brazilian coast. **Fisheries Research**, v. 60, n. 2-3, p. 577-583, 2003.

COSTA, P. C. S.; SILVEIRA, L. S.; BARBOSA, L. A. Patologia de pequenos cetáceos encalhados no litoral do Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESSO FLUMINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 5., 2013, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Rio de Janeiro: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2013.

COSTA-SILVA, S. et al. Desvio em processo espinhal de cetáceos encalhados no Banco dos Abrolhos, Brasil. In: REUNIÓN DE TRABAJO DE EXPERTOS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMERICA DO SUR - 9 SOLAMAC, 15., 2012, Puerto Madryn. **Anais…** Puerto Madryn, Argentina, 2012.

COSTA-SILVA, S. et al. Records of skin lesions on Guiana-dolphin (*Sotalia guianensis*) from three different populations along its distribution in Brazil. In: REUNIÓN DE EXPERTOS EN MAMÍFEROS ACUÁTICOS DE AMERICA DO SUR – 10 SOLAMAC, 16., 2014, Cartagena. **Anais…** Cartagena, Colômbia, 2014.

COUTINHO, M. S. **Dinâmica espaço-temporal da macrofauna bentônica em duas praias arenosas da ecorregião marinha leste do Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

CPMAIS. **12ª Campanha de monitoramento marinho**: Estaleiro Jurong Aracruz – EJA. Relatório técnico. CP+ RT 022/15. Vitória: CPMAIS, 2015.

_____. **Atuação da CPRM no monitoramento especial da bacia do rio Doce**. 14 de janeiro de 2016. Belo Horizonte: CPRM, 2016.

CRUVINEL, P. B.; MATUMOTO, R.; ROSOLEN, V. Contaminação dos sedimentos do rio Uberabinha, Uberlândia (MG). In: SEMANA DO SERVIDOR, 4.; SEMANA ACADÊMICA, 5., 2008, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2008.

CRUZ, C. V. Composição da fauna associada à *Ulva* spp Delile (Ulvales, Ulvaceae) em três áreas do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. **REB.**, v. 7, n. 4, p. 387-417, 2014.

CRUZ, M. L. D. **Levantamento dos bivalvia e gastropoda do litoral do Espírito Santo**: distribuição das espécies e estampas. 1971. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1971.

CRUZ, U. R. F. **Caracterização inicial da comunidade fitoplanctônica no trecho final dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz-ES**. 2004. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

CTA. **Estudo de impacto ambiental**: Estaleiro Jurong Aracruz. Vitória: CTA, 2009.

_____. **Relatório Consolidado do Projeto de Monitoramento de Cetáceos nos Campos de Peroá e Cangoá - 2007 a 2015**, Relatório técnico para a Petrobras. Vitória: CTA Serviços em Meio Ambiente, 2016.

CUNHA, D. R. **Estudo comparativo dos copépodes *Temora stylifera* e *T. turbinata* na plataforma continental sudeste do Brasil no verão e inverno de 2002**. 2008. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) –Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CUNHA, H. A. et al. Population structure of the endangered Franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*): Reassessing management units. **PLOS ONE**, v. 9, n. 1, 2014.

CUNHA, K. J. O. **Variações espaciais e temporais da biomassa fitoplanctônica no trecho final dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, 105 Aracruz-ES**. 2004. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2004.

CUNHA, L. P. R. Aspectos da ictiofauna das zonas de arrebentação de praias do litoral do Paraná e do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 15., 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1988.

CUPELO, A. C. G. **As frações do pico-, nano- e microplâncton na profundidade do máximo de clorofila na costa central do Brasil (13,5°-23°S)**. 2000. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

D'AGOSTINI, D. P. et al. Shelf morphology as an indicator of sedimentary regimes: a synthesis from a mixed siliciclastic and carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. **J. S. Am. Earth Sci.**, v. 63, p. 125-136, 2015.

DALRYMPLE, R. W.; ZAITLIN, B. A.; BOYD, R. Estuary facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 62, n. 2, p. 1130-1146, 1992.

DAM, H. G.; PETERSON, W. T. Seasonal contrasts in the diel vertical distribution, feeding behavior, and grazing impact of the copepod *Temora longicornis* in Long Island. **Sound. J. Mar. Res**., v. 51, p. 561-594, 1993.

DAMAZIO, C. M.; SILVA, L. H. S. Cianobactérias em esteiras microbianas coliformes da Lagoa Pitanguinha, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, p. 165-170, 2006.

DANILEWICZ, D. Abundance and distribution of an isolated population of Franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in southeastern Brazil: red alert for FMA I? In: ANNUAL REPORT OF THE INTERNATIONAL WHALING COMISSION, 2012.

DANILEWICZ, D. et al. Occurrence of the Atlantic spotted dolphin, *Stenella frontalis*, in southern Abrolhos Bank, Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 6, e6, 2013.

DANILEWICZ, D. et al. Evidence of feeding by the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in mid-latitude waters of the western South Atlantic. **Marine Biodiversity Records**, v. 2, n. 88, p. 1-3, 2009.

DAS, B. K.; AL-MIKHLAFI, A. S.; KAUR, P. Geochemistry of Mansar Lake sediments, Jammu, India: Implication for source-area weathering, provenance, and tectonic setting. **Journal of Asian Earth Sciences**, v. 26, n. 6, p. 649-668. 2006.

DAY, J. W. et al. **Estuarine ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1989.

DE MAS, E. et al. Erythrocytic abnormalities in three Antarctic penguin species along the Antarctic Peninsula: biomonitoring of genomic damage. **Polar Biology**, v. 38, n. 7, p. 1067-1974, 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DNAEE). **Glossário de termos hidrológicos**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 1976.

DIAS, C. O. 1999. Morphological abnormalities of *Acartia lilljeborgi* (Copepoda, Crustacea) in the Espírito Santo Bay (E.S. Brazil). ***Hydrobiologia*** 394: 249–251, 1999.

DIAS JÚNIOR, C. **Estudo da influência da biomassa algal originária do efluente da estação de tratamento de esgotos de Camburi sobre o corpo receptor do canal de passagem**. Relatório apresentado a Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN), Vitória – ES. 1999.

DIAS JÚNIOR, C. et al. **Estudo da comunidade fitoplanctônica nas principais áreas portuárias do Município de Vitória e suas possíveis modificações devido à interferência antrópica**. 2002. Trabalho Acadêmico (Programa de Iniciação Científica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

DIAS JÚNIOR, C. et al. Estudo do fitoplâncton no sistema estuarino do canal de passagem e áreas adjacentes da Baía de Vitória (Vitória-ES). In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória. **Anais...** Vitória, 2000.

DIAS, C. O., ARAUJO, A. V.; BONECKER, S. L. C. Seasonalvariability of planktonic copepods (Copepoda: Crustacea) in a tropicalestuarine region in Brazil. **Zoologia**, v. 26, p. 705-715, 2009.

DIAS, C. O.; ARAUJO, A. V. Copepoda. In: BONECKER, S. L. C. (Org.). **Atlas de zooplâncton da região central da zona econômica exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. p. 21-100.

DIAS, C. O.; BONECKER, S. L. C. Inter-annual Variability of Planktonic Copepods in a Tropical Bay in Southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 4, p. 731-742, 2008.

DOMINGO, M. et al. Pathologic and immunocytochemistry studies of morbillivirus infection in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). **Veterinary Pathology.**, v. 29, p. 1-10, 1992.

DOMINGUEZ, J. M. L. **Quaternary sea-level changes and the depositional architecture of beach-ridge strandplains along the east coast of Brazil**. Thesis – University of Miami, USA, 1987.

_____. Deltas dominados por ondas: críticas às ideias atuais com referência particular ao modelo de Coleman e Wright. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 20, n. 1-4, p. 352-361, 1990.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas a desembocaduras dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Rev. Brasil. Geoc.**, v. 13, n. 4, p. 93-105, 1983.

DORNELES, P. R. et al. Evaluation of cetacean exposure to organotin compounds in Brazilian waters through hepatic total tin concentrations. **Environmental Pollution**, v. 156, n. 3, p. 1268-1276, 2008.

DORNELES, P. R. et al. High accumulation of PCDD, PCDF, and PCB congeners in marine mammals from Brazil: A serious PCB problem. **Science of the Total Environment**, v. 463-464, p. 309-318, 2013.

DUNN, D. C. et al. The convention on biological diversity's ecologically or biologically significant areas: origins, development, and current status. **Mar. Policy**, v. 49, p. 137-145, 2014.

DUTRA, L. X. C. et al. Effects of sediment accumulation on reef corals from Abrolhos, Bahia, Brazil. **Jour. Coastal Res**., Royal Palm Beach 39, p. 639-644, 2006.

DUTRA, J. G. O.; RÉGIS, R. S.; KROHLING, W. Ocorrência de *Emerita brasiliensis* (Decapoda, Anomura) em ciclo circadiano na Praia do Morro, Guarapari, Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Natureza Online**, v. 9, n. 1, p. 38-42, 2011.

DYER, K. R.; HUNTLEY, D. A. The origin, classification and modelling of sand banks and ridges. **Continental Shelf Research**, v. 19, n. 10, p. 1285-1330, 1999.

ECOLOGY BRASIL; ECOCONSERVATION. **EIA – Estudo de impacto ambiental do mineroduto Morro do Pilar/MG a Linhares/ES e Porto Norte Capixaba**. Relatório técnico – RT-ECV-002/12. Revisão 01. Rio de Janeiro: Ecology Brasil, out. 2013a.

_____. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) mineroduto Morro do Pilar**. Manabi. Relatório técnico – RT-ECV-002/13. Meio Físico. Rio de Janeiro: Ecology Brasil, 2013b.

ECONSERVATION. **EIA do Porto Central de Presidente Kennedy/ES**. Relatório técnico. Vitória: Econservation, 2013.

EFE, M. A. Aves marinhas das ilhas do Espírito Santo. In: BRANCO, J. O. (Org.). **Aves marinhas e insulares brasileiras**: bioecologia e conservação. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2004. p. 101-118.

EFE, M. A. et al. Distribuição e ecologia reprodutiva de *Sterna sandvicensis eurygnatha* no Brasil. **Melopsittacus**, v. 3, n. 3, p. 110-121, 2000.

EINODER, L. D.; MACLEOD, C. K.; COUGHANOWR, C. Metal and isotope analysis of bird feathers in a contaminated estuary reveals bioaccumulation, biomagnification, and potential toxic effects. **Environ Contam Toxicol.**, v. 75, n. 1, p. 75-96, 2018.

EJA. JURONG. **12ª Campanha de monitoramento marinho** – Estaleiro Jurong Aracruz – EJA. Relatório técnico. CP+RT 022/15, 2015.

EKAU, W. Topographical and hydrographical impacts on macrozooplankton community structure in the Abrolhos Bank region, East Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**, 1999.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. A. **JOPS-II**. Cruise report and first results. Sedimentation processes and productivity in the continental Shelf waters off East and Northeast Brazil. Bremen: Center for Tropical Marine Ecology, 1996.

_____. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2/3, p. 113-132, 1999.

ENGEL, M. H.; MARCONDES, C. C. Baleia-jubarte. In: ROCHA-CAMPOS, C. C.; CÂMARA, I. G. (Orgs.). **Plano de ação nacional para conservação dos mamíferos aquáticos grandes cetáceos e pinípedes**. Brasília, DF: ICMBio, 2011. p. 27-29. (Série Espécies Ameaçadas nº 14).

EQUILIBRIUM. **Monitoramento biológico e de qualidade de águas dragagem de manutenção**. RT 1ª Campanha. Relatório técnico. 2001.

_____. **Monitoramento biológico e de qualidade de águas dragagem de manutenção**. RT 2ª Campanha. Relatório técnico. 2002a.

_____. **Monitoramento biológico e de qualidade de águas dragagem de manutenção**. RT 3ª Campanha. Relatório técnico. 2002b.

_____. **Monitoramento biológico e de qualidade de águas dragagem de manutenção**. RT 4ª Campanha. Relatório técnico. 2002c.

ESPÍRITO SANTO. Decreto nº 3.802-N, de 30 de dezembro de 1994. Institui Área de Proteção Ambiental de Praia Mole, denominada APA de Praia Mole, no município da Serra. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, 30 dez. 1994. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1994/dec_3802_n_1994_apapraiamole_es.pdf>. Acesso em: 1 set. 2017.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

EUTRÓPIO, F. J. **Biologia do camarão *Xiphopenaeus kroyeri* (Dendrobranchiata: Penaeidae) e a fauna acompanhante relacionada a sua pesca em Anchieta, Espírito Santo, Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas) – Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, 2009.

EUTRÓPIO, F. J. et al. Polpulation parameters of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeidae), caught by artesanal fisheries in Anchieta, Espírito Santo State. **Acta scientiarum Biological Sciences**, v. 35, n. 2, p. 141-147, 2013.

FAIRBRIDGE, R. W. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: OLAUSSON, E.; CATO, I. (Eds.). **Chemistry and biogeochemistry of estuaries**. New York: John Wiley and Sons, 1980. p. 1-35.

FAO – UNITED NATIONS FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2006. **The state of fisheries and aquaculture**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep>. Acesso em: 08/02/2018. 1 -180p.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE (FAURG). **Relatório técnico-científico**. Contrato 105/2016. Etapa I - Análise de contaminantes. 2016. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/Rio_Doce/dcom_relatorio_contrato_105_2016.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

FEITOZA, B. M.; ROSA, R. S.; ROCHA, L. A. Ecology and zoogeography of deep-reef fishes in northeastern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 76, n. 3, p. 725-742, 2005.

FÉLIX, V. B. G. **Ocorrência e caracterização de golfinhos no litoral norte do espírito santo e sua relação com a atividade pesqueira**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

FERGUSSON, J. E. Inorganic **Chemistry and the Earth - chemical Resources, their extraction, use and environmental impact**. Pergamom Press, 1982.

FERNANDES, L. D. A; SOUZA, M. F.; BONECKER, S. L. C. Morphology of Oplophorid and Bresiliid larvae (Crustacea, Decapoda) of Southwestern Atlantic plankton, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 3, p. 199-230, 2007.

FERREIRA, B. S.; BARBIERO, D. C.; COSTA, M. B. Registro da ocorrência de Isognomon bicolor (C.B. Adams, 1845) (Bivalvia – Isognomonidae) no litoral do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOLOGIA MARINHA, 1., 2006, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF, 2006.

FERREIRA, K. A. et al. Preferência de habitat do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) (Crustacea: Decapoda) no infralitoral não consolidado de Anchieta, Litoral Sul Capixaba. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO E V ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 15., 2015, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2015.

FIGUEIREDO, C. **Estudo da comunidade fitoplanctônica em dois pontos do trecho final do Canal da Passagem (Vitória-ES)**. 2000. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000.

FIGUEIREDO, G. M. et al. Variação nictemeral de abundância e tamanho da assembléia de peixes do estuário da Lagoa dos Patos, RS. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 11., 1995, Campinas. **Anais...** São Paulo, 1995.

FIGUEIREDO, M. A. O. Colonization and growth of crustose coralline algae in Abrolhos, Brazil. **Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium**, v. 1, p. 689-694, 1997.

_____. Diversity of macrophytes in the Abrolhos Bank, Brazil. In: DUTRA, G. F. et al. (Eds.). A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. **RAP Bulletin of Biological Assessement**, v. 38, 2006. p. 67-74.

FIGUEIREDO, M. A. O.; STENECK, R. S. Floristic and ecological studies of crustose coralline algae on Brazil's Abrolhos reefs. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 9., 2002, Bali. **Proceedings...** Bali, 2002. p. 493-498.

FIORAVANTI, C. Impactos visíveis no mar. **Pesquisa FAPESP**, v. 242, p. 42-47, abr. 2016. Disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2016/04/042-047_Poluentes_242-1.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2017.

FLEMING, A.; JACKSON, J. Global review of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). In: NOAA Technical Memorandum NMFS - SWFSC-474. U.S. Department of Commerce, 2011.

FLOETER, S. R. et al. Atlantic reef fish biogeography and evolution. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 1, p. 22-47, 2008.

FLOETER, S. R. et al. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. **Global Ecology & Biogeography**, v. 10, p. 423-431, 2001.

FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L. The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeographic patterns. **Journal of Fish Biology**, v. 56, p. 1099-1114, 2000.

FLORES, P. A. C.; SILVA, V. M. F. Tucuxi and guiana doplphin *Sotallia fluviatilis* and *S. guanensis*. In: PERRIN, W. F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. (Eds.). **Encyclopedia of marine mammals**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. p. 1188-1192.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study in significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

FONSECA NETO, F. P. Aves marinhas da ilha Trindade. In: BRANCO, J. O. (Org.). **Aves marinhas insulares brasileiras**: bioecologia e conservação. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2004. p. 119-146.

FONTES, R. F. C.; OLIVEIRA, A. J. F. C.; PINHEIRO, M. A. A. **Visão didática sobre o meio ambiente na Baixada Santista**. São Vicente: Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental do Litoral Paulista, 2008.

FRANCINI-FILHO, R. B. et al. Dynamics of Coral Reef Benthic Assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: Inferences on Natural and Anthropogenic Drivers. **PLOS ONE**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2013.

FREITAS NETTO, R.; BARBOSA, L. A. Cetaceans and fishery interactions along the Espírito Santo State, southeastern Brazil during 1994-2001. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2 n. 1, p. 57-60, 2003.

FREITAS NETTO, R.; DI BENEDITTO, A. P. M. Interactions between fisheries and cetaceans in Espírito Santo State coast, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 10, n. 1, p. 55-63, 2008.

FREITAS, M. O. et al. Spawning patterns of commercially important reef fishes (Lutjanidae and Serranidae) in the tropical Western South. Atlantic. **Scientia Marina**, v. 75, p. 135-146, 2011.

FREITAS, M. O. et al. Reproductive biology of the lane snapper, Lutjanus synagris, and recommendations for its management on the Abrolhos Shelf, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 94, n. 8, p. 1711-1720, 2014.

FRIZZERA, F. C. et al. Captura acidental de toninha (*Pontoporia blainvillei*) na costa norte do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 29, p. 81-86, 2012.

FRIZZERA, F. C.; VASCONCELOS, D. G.; PINHEIRO, H. T. Avistamento de pequenos cetáceos na foz do Rio Doce, Linhares ES. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p. 1-2.

FUKUE, M. et al. The Micro-structures of clay given by resistivity measurements. **Engineering Geology**, v. 54, p 43-53, 1999.

GAETA, S. A. et al. The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2-3, p. 253-270, 1999.

GALLOWAY, W. E. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In: BROUSSARD, M. L. (Ed.). **Deltas, models for exploration**. Houston: Houston Geological Society, 1975. p. 87-98.

GAMA, I. H. **Fracionamento geoquímico de elementos maiores e menores e caracterização da matéria orgânica em sedimentos superficiais do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e do estuário de Caravelas – BA**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2017.

GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. A stranded melon-headed whale, *Peponocephala electra*, in southeastern Brazil, with coments on wounds from the cookiecutter shark, *Isistius brasiliensis*. **Marine Mammal Science**, v. 12, n. 2, p. 8-312, 1996.

GEISE, L.; BOROBIA, M. New Brazilian records for Kogia, *Pontoporia*, *Grampus* and *Sotalia* (Cetacea, Physeteridae, Platanistidae, and Delphinidae). **Journal of Mammalogy**, v. 68, n. 4, p. 873-5, 1987.

GERLING, C. et al. (Orgs.). **Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores**. Santos: Editora Comunnicar, 2016.

GHISOLFI; R D. et al. Physical Forcing Mechanisms Controlling the Variability of Chlorophyll-a over the Royal-Charlotte and Abrolhos Banks—Eastern Brazilian Shelf. **PLOS ONE**, v. 10, n. 2, p. 1-21. 2015.

GIBSON, R. N. Go with the flow: tidal migration in marine animals. **Hydrobiologia**, v. 503, p. 153-161, 2003.

GODEFROID, R. S. et al. A fauna de peixes da praia do balneário Atami, Paraná, Brasil. **Atlântica**, v. 25, n. 2, p. 147-161, 2003.

GODEFROID, R. S.; HOFSTAETTER, M. Estrutura populacional da ictiofauna da zona de arrebentação da praia de Pontal do Sul, Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 11., 1995, Campinas. **Anais...** Campinas, 1995.

GOES, P. et al. Bioecology of the uçá-crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), in Vitória Bay, Espírito Santo State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 2, p. 153-163, 2010.

GOMES, L. E. O. et al. The impacts of the Samarco mine tailing spill on the rio Doce estuary, Eastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 120, p. 28-36, 2017.

GOMES, R. S.; ABSALÃO, R. S. Os moluscos da comissão oceanográfica GEOMAR XII. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 21., 1996, Porto Alegra. **Anais...** Porto Alegre, 1996.

GONÇALVES, F. P. **Atividade energética e riscos no litoral de Linhares**: problemas e perspectivas para a gestão do território. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

GONDOLO, G. F.; CUNNINGHAM, P. T. M. Peixes marinhos invasores e potencialmente invasores da costa do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS/MMA, 1., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2005.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (Eds.). **Methods of seawater analysis**. Weinheim: Verlag Chemie. 1983.

GROCH, K. R. et al. A novel morbilivírus in Guiana-dolphin, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 20, n. 3, p. 511-513, 2014.

GROCH, K. R. et al. Guiana dolphin unusual mortality event and link to cetacean morbilivirus, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 24, n. 7, p. 1349-1354, 2018.

GROCH, K. R. et al. Skeletal abnormalities in humpback whales *Megaptera novaeangliae* stranded in the Brazilian breeding ground. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 101, n. 2, p. 145-158, 2012.

GROHMANN, P. A.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Riqueza de espécies de hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) de Vitória, Espírito Santo, Brasil e aspectos da bio-ecologia e biogeografia do grupo**. 1997. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

GROMMANN, P. A.; NOGUEIRA, C. C. Levantamento da fauna de hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral sudeste-nordeste brasileiro, Aracruz, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 19.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ZOOLOGIA, 12., 1992, Belém. **Anais...** Belém, 1992.

GUALANDI, R. L. S. **Distribuição espaço-temporal da comunidade de Copepoda no entorno do RAM Victory-8B.** 2007. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

GUAST, C. T.; MORANDINI, A. C.; NUNES, T. S. Inventário das espécies de águas-vivas (Cnidaria: Medusozoa) do litoral do Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESSO PITÁGORAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2009, Linhares. **Anais...** Linhares, 2009.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico geomorfológico**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1978.

GUIMARÃES, S.M.P.B. Uma análise da diversidade da flora marinha bentônica do estado do Espírito Santo, Brasil. **Hoehnea** 30(1): 11-19, 2003.

GUIMARÃES, S. M. P. B.; AMADO-FILHO, G. M. Deep-water gelatinous rhodophytes from Southern Espírito Santo State, Brazil. **Botanica Marina**, v. 51, p. 378-387, 2008.

GUIMARÃES, S. M. P. B.; HORTA, P. A. Morphology and reproduction of *Predaea feldmannii* Boergesen (Nemastomataceae, Rhodophyta), an uncommon species from Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 507-513. 2004.

HAIMOVICI, M. et al. Demersal bony fish of the outer shelf and upper slope of the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. **Marine Ecology-Progress Series**, Oldendorf, v. 108, p. 59-77, 1994.

HALLEGRAEFF, G. M. **Harmful algal blooms. A global overview**. In: HALLEGRAEFF, G. M.; ANDERSON, D. M.; CEMBELLA, D. M. (Eds.). **Manual on harmful marine microalgae**. Paris: Intergovernmental Oceanographic commission/UNESCO, 1995. p. 1-22.

HELMER, J. L.; PERRONE, E. C. Composição preliminar da ictiofauna do litoral da Ilha do Frade**,** Vitória, ES. **Revista cultural da UFES**, v. 44-45, p. 69-78, 1991.

HENRIQUES, M. C. et al. Three deep-water species of *Sporolithon* (Sporolithales, Rhodophyta) from the Brazilian continental shelf, with the description of *Sporolithon elevatum* sp. nov. **Phytotaxa**, v. 190, n. 1, p. 320-330. 2014a.

HENRIQUES, M. C. et al. Lithophylloidea and Mastophoroideae (Corallinales, Rhodophyta) from the Brazilian continental shelf. **Phytotaxa**, v. 190, n. 1, p. 112-129. 2014b.

HENRIQUES, M. C. et al. New records of rhodolith-forming species (Corallinales, Rhodophyta) from deep water in Espírito Santo State, Brazil. **Helgoland Marine Research**, v. 66, p. 219-231. 2012.

HERZ, R. **Manguezais do Brasil**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1991.

HM CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA. **Dragagem do acesso ao canal do Tomba**. Estudo ambiental. Relatório técnico HM RT-007-08. Caravelas: HM Consultoria e Projetos de Engenharia, 2008.

HORN, M. H. Diel and seasonal variation in abundance and diversity of shallow-water fish populations in Morro Bay, California. **Fishery Bulletin**, v. 78, n. 3, p. 759-769, 1980.

HORTA, P. A. **Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil**: taxonomia e biogeografia. 2000. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

HORTA, P. A. et al. Rhodoliths in Brazil: current knowledge and potencial impacts of climate change. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 117-136, 2016.

HUTCHINGS, P.A. & RECHER, H.F. **The fauna of Australian mangroves.** Proc. Limn. Soc. N. S. W., 106(1):83-121, 1982.

HUTHNANCE, J.M. Storm-driven continental shelf waves over the Scottish continental shelf. **Contin. Shelf Res.**, v. 7, p. 1015-1048, 1987.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Ministério do Meio Ambiente. Complementação da Nota Técnica número 006/2016 Conjunta – Centro TAMAR/APA Costa das Algas/REBio de Combios/RVS de Santa Cruz. **Informação técnica número 003/2016 – Centro TAMAR/ICMBio**. 2016a. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Informacao_Tecnica_03_16_CTAMAR_Metais_e_Pesca_Mar_do_Rio_Doce.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Relatório do cruzeiro de avaliação de efeitos da pluma de sedimentos oriunda da foz do rio Doce sobre a biota marinha, a partir do norte do Espírito Santo ao sul da Bahia. **Relatório Técnico da Primeira Expedição**. 2016b. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/Documentos/ICMBio_Relatorio_do_cruzeiro_de_levantamento_impactos_lama_biodiversidade_marinha_ES_BA_final_17fev2016.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. 2016(c). Consolidação das informações apresentadas pelos pesquisadores da UFES e FURG a partir das campanhas amostrais realizadas na região marinha da foz do rio Doce. **Nota Técnica número 012/2016 Cento TAMAR/DIBIO/ICMBio**. 2016c. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/Documentos/ICMBio_Documentos_Rio_Doce_Tamar_nota_tec01_17maio2016.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Relatório da Segunda Expedição para avaliação dos efeitos da pluma de sedimentos oriunda da foz do rio Doce sobre o ambiente marinho no estado do Espírito Santo ao sul da Bahia. **Relatório Técnico da Segunda Expedição**. 2016d. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/Documentos/ICMBio_Relatorio_do_segundo_cruzeiro_de_levantamento_impactos_lama_biodiversidade_marinha_ES_BA_31mai2016.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento de recursos naturais**. mmE-Folhas SF 24, Rio Doce. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v. 34.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico: inventários das formações florestais e campestres: Técnicas e manejo de coleções botânicas: Procedimentos para mapeamentos. 2 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS (IBP). **Estado da arte sobre estudos de rodolitos no Brasil – relatório final**. Rio de Janeiro: IBP, dez. 2014. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2015/09/Relat%C3%B3rio_Estado-da-arte-GT-Rodolitos-_2015.08.12-compressed.pdf>. Acesso em: 11 set. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Plano de manejo**: Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Brasília, DF: Aracruz Celulose S.A., 1991.

_____. **Plano de manejo da Reserva Biológica de Comboios**: fase 1. Brasília, DF: Ibama, 1997. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidadescoservacao/rebio_comboios.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção – Sumário Executivo**. Brasília, DF: ICMBio, 2016.

_____. Plumas de sedimentos na foz do rio Doce. **ICMBio**, 2017a. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/Rio_Doce/ibama_mapa_consolicao_plumas_foz_rio_doce_10022017.jpg>. Acesso em: 6 set. 2017.

_____. Parque Nacional Marinho de Abrolhos. **ICMBio**, 2017b. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnaabrolhos/guia-do-visitante.html>. Acesso em: 31 ago. 2017.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO (IDAF). Sistema de cabruca poderá ser utilizado como área de reserva legal no Espírito Santo. **IDAF**, 27 jan. 2014. Disponível em: <https://idaf.es.gov.br/sistema-de-cabruca-podera-ser-utilizado-como>. Acesso em: 21 set. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA DA MATA ATLÂNTICA (IPEMA). **Contribuição ao processo de criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Foz do Rio Doce**. Brasília, DF: IPEMA, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em: 6 jul. 2017.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (INEMA). **APA Ponta Baleia/Abrolhos**. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apaponta-da-baleia-abrolhos/>. Acesso em: 1 set. 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). **Plano de Manejo da APA de Conceição da Barra**. Belo Horizonte: IEMA, 2014. v. 2. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/GRN/20150508_VOLUME_II_224_Liminologia.pdf> Acesso em: 22 ago. 2018.

_____. **Espécies ameaçadas**: lista de espécies ameaçadas de extinção no Espírito Santo. Decreto nº 1.499-R, de 13 de junho de 2005, atualizado em 22.05.2017. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/especies-ameacadas>. Acesso em: 5 jun. 2017a.

_____. **APA Setiba**. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/APA_Setiba>. Acesso em: 1 set. 2017b.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio Doce após 1 ano do rompimento de barragem de fundão**. Relatório técnico. 2016.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 28 ago. 2018.

_____. 2000.**Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species**. Cambridge: IUCN. Página eletrônica disponível em: (www.iucn.org). Acesso em: 10 de julho de 2018. 1-25p

_____. 2006.**The World Conservation Union – IUCN**. Página eletrônica disponível em: (www.iucn.org). Acesso em: 10 de julho de 2018.

IVANAUSKAS, N. M. e RODRIGUES, R. R. Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Revista brasil. Bot**., São Paulo, V.23, n.3, p.291-304, set. 2000.

JESIONEK, M. B. et al. A taxonomic account of non-geniculate coralline algae (Corallinophycidae, Rhodophyta) from shallow reefs of the Abrolhos Bank, Brazil. **Algae**, v. 31, n. 4, p. 317-340. 2016.

JESUS, H. C. et al. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 378-386, 2004.

JESUS, H. C. et al. **Estudo comparativo da qualidade de águas, biomonitores e sedimentos de três ecossistemas aquáticos do estado do ES (Baía de Vitória, rio Piraquê-açu/Aracruz e rio Perocão/Guarapari)**. Relatório técnico: Projeto FAPES/ SECT-ES, Processo no 35.481.099/2006, 37 p. 2008.

JESUS, H. C. et al. **Avaliação da poluição ambiental dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Santa Cruz – ES) através da análise de águas, biomonitores e sedimentos**. Relatório técnico: Projeto Aracruz Celulose, Processo UFES nº 034373/2007-80. 2009.

JOLY, A. B. & OLIVEIRA FILHO, E.C. 1967. **Two brazilian laminarians**. Instituto de Pesquisas da Marinha 4: 1-13.

KAISER, M. J. et al. **Marine ecology**: processes, systems, and impacts. USA: Oxford University Press, 2005.

KANO, C. H. ***Delesseriaceae (Ceramiales, Rhodophyta)* no sudeste brasileiro baseada em morfologia, DNA barcode e distribuição geográfica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2015.

KEHRIG, H. A. et al. Transferência trófica de mercúrio e selênio na costa norte do Rio de Janeiro. **Quimica Nova**, v. 32, n. 7, p. 1822-1828, 2009.

KENNISH, M. J. Ecology of estuaries. **Biological aspects**, v. 1. CRC Press, Inc., Florida, 1986.

_____. **Ecology of estuaries**. Boca Raton: CRC Press, 1990.

_____. **Practical handbook of marine Science**. 3. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.

KETCHUM, B. H. Estuaries and enclosed seas. In: GOODALL, D. W. (Ed.). **Ecosystems of the world**. New York: Elsevier Science Publishers, 1983. p. 1-14.

KJERFVE, B. Coastal lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.). **Coastal lagoon processes**. Amsterdam: Elsevier oceanographic series, 1994. p. 1-8.

KJERFVE, B. et al. Temporal and spatial considerations in measuring estuarine water fluxes. In: KENNEDY, V. S. (Ed.). **Estuarine comparisons**. New York: Academic Press, 1982. p. 37-51.

KLEMANN-JUNIOR, L. et al. Traditional scientific data vs. uncoordinated citizen science effort: A review of the current status and comparison of data on avifauna in Southern Brazil. **PLOS ONE**, v. 12, e0188819, 2017.

KNAPP, R. A.; MATTHEWS, K. R. Effects of nonnative fishes on wilderness lake ecosystems in the Sierra Nevada and recommendations for reducing impacts. **USDA Forest Service Proceedings RMRS**, v. 5, p. 312-317, 2000a.

KNAPP, R. A.; MATTHEWS, K. R. Non-native fish introductions and the decline of the mountain yellow-legged frog from within protected areas. **Conservation Biology**, v. 14, n. 2, p. 428-438, 2000b.

KNOPPERS, B. et al. Compartments of the pelagic system and material excharge at the Abrolhos Bank coral reefs, Brazil. **Archives of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2, p. 285-306, 1999.

KNOPPERS, B. et al. Compartments of the pelagic system and material exchange at the Abrolhos Bank coral reefs, Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2-3, p. 285-306, 1998.

KOETTKER, A. **Composição e distribuição das larvas de invertebrados bênticos do banco dos Abrolhos e área adjacente, com ênfase em larvas de caranguejos braquiúros**. 2013. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) – Programa de Oceanografia Biológica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

KOETTKER, A.; LOPES, R. Meroplankton spatial structure and variability on Abrolhos Bank and adjacent areas, with emphasis on brachyuran larvae. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 97-108, 2013.

KRÜGER, L. et al. Year-round spatial movements and trophic ecology of Trindade Petrels (*Pterodroma arminjoniana*). **Journal of Field Ornithology**, v. 87, p. 404-416, 2016.

LABOMAR. **Monitoramento Ambiental do Entorno do Poço EXT 3 LEAD 2, no Bloco BM-ES-5, Bacia do Espírito Santo**. Campanha pré-operacional. Relatório Final. Petrobras. 75p, 2007.

_____. **Monitoramento Ambiental da Locação de Perfuração EXT 3 LEAD 2, Bloco BM-ES-05, na Bacia do Espírito Santo**. Campanha pósoperacional. Relatório Final. Petrobras. 81p. 2008a.

_____. **Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO Cidade de Vitória, no Campo de Golfinho, Bacia do Espírito Santo**. 2ª Campanha de Monitoramento. Petrobras. 175p. 2008b.

_____. **Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO Capixaba no Campo de Golfinho, Bacia do Espírito Santo**. 5ª. Campanha de Monitoramento (Verão de 2008). Petrobras. 165p. 2008c.

_____. **Monitoramento Ambiental da Unidade FPSO Cidade de Vitória, no Campo de Golfinho, Bacia do Espírito Santo**. 4ª Campanha de Monitoramento. (Verão de 2008). Relatório Final. Petrobras. 161p. 2008d.

LACERDA, L. D. et al. (Org.). **Restingas**: origem, 109 estrutura, processos. Niterói: CEUFF, 1984.

LAINO, P. S. et al. Dinâmica populacional de duas espécies de caridea (Decapoda) no litoral sul do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE CRUSTÁCEOS, 7., 2012, Belém. **Anais...** Belém, 2012.

LANA, P. C. et al. **O bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996)**. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE. mmA, CIRM e FEMAR, Rio de Janeiro, 1996.

LANCELOT, C.; MUYLAERT, K. Trends in estuarine phytoplankton ecology. In: WOLANSKI, E.; MCLUSKY, D. S. (Eds.). **Treatise on estuarine and coastal science**. Waltham: Academic Press, 2011. p. 5-15.

LANGLOIS, G. W.; SMITH, P. Phytoplankton. In: KARL, H. A. et al. (Eds.). **Beyond the Golden Gate: oceanography, geology, biology and environmental issues in the gulf of the Farallones**. Reston: U.S. Geological Survey, 2001. p. 32-35.

LANKFORD, R. Man's use of coastal lagoon resources. In: CHARNOCK, H.; DEACON, G. (Eds.). **Advances in oceanography**. Boston: Springer, 1976. p. 245-253.

LARSONNEUR C. La cartographie des dépôt meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. **J. Rech. Oceanogr.**, v. 2, p. 34-39, 1977.

LASIAK, T. A. Juveniles, food, and the surf zone habitat: implications for the teleost nursery areas. **South African Journal of Zoology**, v. 21, p. 51- 55, 1986.

LAVRADO, H. P.; IGNÁCIO, B.L. (Eds). **Biodiversidade bentônica da região central da zona econômica exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. (Série Livros 18).

LEÃO, Z. M. A. N. Corais do sul da Bahia. In: HETZEL, B.; CASTRO, CB. (Orgs.). **Corais do Sul da Bahia**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1994. p. 151-159.

_____. Recifes de Corais no Estado da Bahia. **Atas do IV Simpósio do Quaternário do Brasil**, p. 222-258. Salvador, 1982.

_____. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, p. 349-452, 1996.

_____. Abrolhos, BA – O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. In: SCHOBBENHAUS, C. et al. (Orgs.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília, DF: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 1, p. 345-359.

LEÃO, Z. M. A. N.; ARAÚJO, T. M. F.; NOLASCO, M. C. Recifes de corais no estado da Bahia. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL, 4., 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: CTCQ/SBG, 1982. p. 222-258.

LEÃO, Z.M.A.N., DUTRA, L.X.C., KIKUCHI, R.K.P., 2006. Effects of sediment accumulation on reef corals from Abrolhos, Bahia, Brazil. **Jour. Coastal Res**., Royal Palm Beach 39, 639-644.

LEÃO, Z. M. A. N.; GINSBURG, R. N. Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil. In: INT. CORAL REEF SYMP., 8., 1997. **Proceedings ...**, v. 2, p. 1767-1772, 1997.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, M. D. M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotrópica**, v. 8, p. 69-82, 2008.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÉS, J. (Ed.). **Latin America Coral Reefs**. Elsevier Science, 2003. p. 9-52.

LEDO, B. S. de. Nécton de Santa Catarina. In: CASTELLO, J. P. (Coord.). Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Oceanografia Biológica: Nécton**, Rio Grande, v. 5, 1994. p. 59-81.

LEGAT, L. N. A.; BRITO, J. L. O mercúrio em cetáceos (Mammalia, Cetacea): uma revisão. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 4, p. 1021-1035, 2010.

LIMA, A. C. **As assembleias de peixes dos estuários de Conceição da Barra e Barra Nova, Espírito Santo**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Biodiversidade Tropical, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, 2012.

LIMA, K. O. O. **Manutenção do banco de plântulas em diferentes bosques de mangue na foz do rio Itaúnas, Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

LIMA, K. O. O. et al. Crescimento inicial de plântulas Rhizophora mangle (RHIZOPHORACEAE) em Conceição da Barra (Brasil). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64., 2013, Belo Horizonte. **Anais…** Belo Horizonte, 2013. p. 10-15.

LIMA, I. Y. et al. Variation of age and total length in *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864) (Cetacea, Delphinidae), on the coast of Espírito Santo state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 437-443, 2017.

LIMA, T. M. J. **Efeito da frequência de inundação na estrutura do manguezal da Baía de Vitória, Espírito Santo, Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

LIRA, M. C. de A.; MAGALHÃES, E. M. de M. Composição do zooplâncton no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú/Manguaba (Alagoas-Brasil). **Bol. Estud. Ciênc. Mar.**, v. 9, p. 31-45, 1996.

LODI, L. et al. Movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 205-209, 2008.

LODI, L.; BOROBIA, M. **Baleias, botos e golfinhos do Brasil**: guia de identificação. Rio de Janeiro: Editora Technical Books, 2013.

LONDE, V. et al. Estrutura da vegetação de mangue associada ao gradiente de inundação no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 4, 629-637, 2013.

LONGO, L. L. **Repartição espaço-temporal da cnidofauna em arenito de praia em Santa Cruz (Aracruz-ES)**. 1997. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LONGO, L. L.; ROSSO, S.; SCHLENZ, E. Repartição espacial de Cnidaria em formação arenítica de plataforma no Estado do Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIAS DEL MAR, 6., 1995, Mar del Plata. **Anais...** Mar del Plata, Argentina, 1995.

LOPES, P. R. D. et al. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna da Praia de Itapema, Santo Amaro da Purificação, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Acta Biologica Leopoldensia** (São Leopoldo), v. 21, n. 1, p. 99-105, 1999.

LOPES, P. R. D.; OLIVEIRA-SILVA, J. T.; SOUZA, C. P. Ictiofauna desembarcada na cidade de Valença (Estado da Bahia, Litoral Nordeste do Brasil). **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 1, n. 2, p. 137-140, 2001.

LOPES, R. M. Bioinvasões aquáticas por organismos zooplanctônicos: uma breve revisão In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Orgs.). Água de Lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 113-131.

LUBIANA, K. M. F.; DIAS JÚNIOR, C. The composition and new records of micro- and mesophytoplankton near the Vitória-Trindade Seamount Chain. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 3, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0164> Acessado em: 4 jul. 2017.

LUCAS, P. S. **Influência de uma estação de tratamento de esgoto sobre um sub-sistema estuarino (Canal da Passagem, Vitória, ES)**: Comunidade fitoplanctônica e nutrientes. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2002.

LUCIA, M. et al. Trace element accumulation in relation to trophic niches of shorebirds using intertidal mudflats. **J. Sea Res**., v. 92, p. 134-143, 2014.

MACEDO-SAIDAH, F. E.; MOREIRA-FILHO, H. Composição e distribuição do microfitoplâncton nas águas do Atlântico Leste do Brasil. **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 107, p. 1-12, 1977.

MACIEIRA, R. M. **Peixes de poças de maré da província brasileira**: ecologia, aspectos funcionais e sistemática. 2013. Tese (Doutorado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

MACIEL, N. A. L. **Estudos sobre a composição, distribuição, abundância e diversidade da ictiofauna de três enseadas na região litorânea de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil**. 1995. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MACIEL, W. R. In: WA843996, Calidris canutus (Linnaeus, 1758). **Wiki Aves**: a enciclopédia das aves do Brasil. 2012. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/843996>. Acesso em: 8 ago. 2018.

MAGALHÃES, E. B. et al. Biologia reprodutiva de *Callichirus major* (Thalassinidea) em Piúma, litoral sul do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CRUSTÁCEOS, 8., 2014, Bonito. **Anais...** Bonito, 2014a.

MAGALHÃES, E. B. et al. Distribuição espaço temporal de *Hepatus pudibundus* (Decapoda, Brachyura) no sublitoral não consolidado de Anchieta, litoral sul do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CRUSTÁCEOS, 8., 2014, Bonito. **Anais...** Bonito, 2014b.

MAGALHÃES, E. B. et al. Distribuição ecológica de *Callichirus major* (Crustacea, Axiidea, Callianassidea) em Piúma, Litoral Sul do Espírito Santo. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 15.; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 5., 2015, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2015.

MAGNAGO, L. F. S. et al. P.F. Caracterização fitofisionômica da restinga na Morada do Sol, Vila Velha, ES. **Rev. Bras. Biociênc**., v. 5, n. 1, p. 456-458, 2007.

MAGRIS, R. A. **Estrutura e dinâmica espaço-temporal das larvas de Decapoda no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, ES**. 2005. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

MAGRIS, R. A. & LOUREIRO FERNANDES, L. Levantamento preliminar das larvas de Porcellanidae (Decapoda, Anomura) do sistema estuarino dos rios Piraquê-açu e Piraquê-açu Mirim, Aracruz, Espírito Santo. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol**., 9(1):49-54. 2005.

MAMEDE, N. S. **Caracterização espaço-temporal da população de boto-cinza, VAN BÉNÉDEN, 1864 (CETACEA: DELPHINIDAE) na Baía de Benevente, Espírito Santo, e implicações para a conservação**. 2015. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

MANSO, R. C. M. **Estrutura das comunidades fitobentônicas do sub-litoral do sul do estado do Espírito Santo (4-18 metros de profundidade)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MAPEM. **Monitoramento Ambiental em Atividades de Perfuração Esploratória Marítimas – Águas Rasas**. Relatório técnico. TOLDO JR., E.; AYUP-ZOUAIN, P.N. (Ed). 2004. Porto Alegre: UFRGS/ Igeo, 2004.

MARATAÍZES. **Decreto nº 193, de 01 de dezembro de 2008**. Cria o Monumento Natural Municipal Falésias de Marataízes e dá outras providências. Disponível em: <http://legislacaocompilada.com.br/marataizes/Arquivo/Documents/legislacao/html/D1932008.html>. Acesso em: 4 set. 2017.

MARCHIORO, G. B. et al. **Subsídios para a delimitação das zonas de amortecimento do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e Reserva Extrativista Marinha do Corumbau por meio da avaliação de impactos potenciais de derramamentos de óleo**. Relatório final. Conservação Internacional, Caravelas, 2005a.

MARCHIORO, G. B. et al. Avaliação dos impactos da exploração e produção de hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e adjacências. **Megadiversidade**, v. 1, p. 225-310, 2005b.

MARCOLIN, C. **Plankton and particle biomassa size spectra on the Southwest Atlantic**: case studies in tropical and subtropical areas. Thesis (Doctor of Sciences in Biological Oceanography) – University of São Paulo, 2013.

MARCOLIN, C. et al. Plankton and seston size spectra estimated by the LOPC and ZooScan in the Abrolhos Bank ecosystem (SE Atlantic). **Continental Shelf Research.** v. 70, p. 74-87, 2013.

MARCOLIN, C.; LOPES, R.; JACKSON, G. Estimating zooplankton vertical distribution from combined LOPC and ZooScan observations on the Brazilian Coast. **Marine Biology**, v. 162, n. 11, 2015.

MARIELA, S.; NUNES, E. T.; BRAGA, A. A. Morphological characterization of the gills of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) from the southern coast of Espírito Santo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOLOGIA CELULAR, 15., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2010.

MARINS, B. V. **Aspectos biológicos de *Laminaria* spp.**: taxonomia, filogenia molecular, parâmetros populacionais, composição química e flora associada. 2010. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MARINS, B. V. et al. Taxonomy of the southwestern Atlantic endemic kelp: Laminaria abyssalis and Laminaria brasiliensis (Phaeophyceae, Laminariales) are not different species. **Phycological Research**, v. 60, p. 51-60, 2012.

MARQUETTI, R. M.; RAMOS, R. J. Caracterização de invertebrados bentônicos associados a algas presentes na praia de Manguinhos, Serra - ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOLOGIA MARINHA, 14., 2012, Santos. **Anais...** Santos: Unisanta, 2012.

MARTA-ALMEIDA, M. et al. Fundão Dam collapse: Oceanic dispersion of River Doce after the greatest Brazilian environmental accident. **Marine pollution bulletin**, v. 112, n. 1-2, p. 359-364, 2016.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. As flutuações do nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica dos “deltas” brasileiros. **Boletim IG-SP**, Publicação Especial, v. 15, p. 1-186, 1993

MARTINS, A. S.; OLAVO, G.; COSTA, P. A. S. A pesca de linha de alto mar realizada por frotas sediadas no Espírito Santo, Brasil. In: COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; OLAVO, G. (Orgs.). **Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da zona econômica exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2005. p. 35-55.

MARTINS, C. C. A. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 47, p. 563-570, 2001.

MARTINS, C. C. A. et al. Identifying priority areas for humpback whale conservation at Eastern Brazilian Coast. **Ocean and Coastal Management**, v. 75, p. 63-71, 2013.

MASUDA, L. S. M. **Composição e distribuição dos organismos fitoplanctônicos na região do Banco de Abrolhos, Bahia**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Santa Cruz, 2009.

MAYORGA, L. F. S. P.; BARBOSA, L. A.; BHERING, R. C. C. Primeiros registros de encalhe de *Ziphius cavirostris* (Cetacea, Odontoceti) na costa do Espírito Santo, Brasil. **Biotemas,** v. 23, n. 3, p. 223-226, 2011.

MAZZEI, E. F. **A influência estuarina na composição da ictiofauna de praias arenosas**. 2004. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santos, Vitória, 2004.

MCFARLAND, W. N. Seasonal change in the number and the biomass of fishes from the surf at Mustang Island, Texas. **Publications of the Institute of Marine Science**, v. 9, p. 91-105, 1963.

MCLACHLAN, A. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. **Marine Environmental Research**, v. 4, p. 59-63, 1980.

_____. Sandy beaches ecology - A review. In: McLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Eds.). **Sandy beaches as ecosystems**. The Hague: Dr. Junk Publishers, 1983. p. 321-380.

MCLUSKY, D. **The estuarine ecossystem**. London: Chapman & Hall, 1989.

MEDEIROS, P. R. P.; MAGALHÃES, E. M. M. Comportamento da turbidez e material em suspensão, em um rio com vazão regularizada por sistema de barragens em Cascata: Rio São Francisco (NE, Brasil). **Revista Geochimica Brasiliensis**, v. 29, n. 1, p. 35-44, 2015.

MELO, U de; SUMMERHAYES, C.P, ELLIS, J P. Continental sedimentation of Brazil. Salvador to Vitória, Southeastern Brazil. **Contrib. Sedimentol.**, part 4, p. 78-116, 1975.

MELO, V. F.; LIMA, V. C. Composição do solo, crescimento de plantas e poluição ambiental. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. (Eds.). **O solo no meio ambiente, abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. p. 27-48.

MENEZES, N. A. et al. **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2003.

MIGOTTO, A. E. Copépode. **Banco de imagens Cifonauta**. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/photo/5249/> Acesso em: 2019-05-06.

MILANI, E. J. et al. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 3, p. 1-46, 2001.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente (SEAMA). **Projeto monitoramento da qualidade das águas costeiras no estado do Espírito Santo**: campanha de campo. Relatório técnico. Belo Horizonte: SEAMA, dez. 1992.

MIOSSI, W.; AQUIJE, G. M. F. V. A.; ALVES, J. P. A. Levantamento das Clorofíceas (Chlorophyta) marinhas bentônicas do litoral de Aracruz, estado do Espírito Santo, Brasil. **Natureza on line**, v. 2, n. 2, p. 37-44, 2004.

MIRANDA, C. L. et al. Análise morfométrica de populações do caranguejo-uçá (*Ucides Cordatus L.)* (*Crustacea – Decapoda*) em manguezais do litoral do Espírito Santo. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 4, n. 1, p. 15-23, 2005.

MIRANDA, L. B. Forma da correlação T-S de massa de água das regiões costeira e oceânica entre Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 105-119, 1985.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MIRLEAN, N. et al. Arsenic enrichment in shelf and coastal sediment of the Brazilian subtropics. **Continental Shelf Research**, v. 35, n. 1, p. 129-136, 2012.

MODDE, T.; ROSS, S. T. Seasonality of fishes occupying a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v. 78, n. 4, p. 911-921, 1981.

_____. Trophic relationships of fishes occurring within a surf zone habitat in the northern Gulf of Mexico. **Northeast Gulf Science**, v. 6, n. 2, p. 109-120, 1983.

MOHRIAK, W. U. Bacias sedimentares da margem continental brasileira. In: BIZZI, L. A. et al. (Eds.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003. p. 87-94.

MONTEIRO NETO, C. et al. Estrutura da comunidade de peixes de águas rasas na região de Laguna, Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 12, n. 2, p. 53-69, 1990.

MONTEIRO, S. M. **Hidrogeoquímica dos elementos maiores e traço no sistema estuarino Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Espírito Santos, Vitória, 2015.

MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, L. R.; REIS, S. F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus Sotalia: A tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, v. 83, p. 125-134, 2002.

MOREIRA, R. P. G.; RAMOS, R. J.; FREITAS NETTO, R. Composição faunística dos crustáceos do gênero *Uca* (Ocypodidae) em manguezal do município de Serra. **Natureza online**, v. 8, n. 1, p. 46-50, 2010.

MORENO, I. B. et al. Sightings of Fransiscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) of Espírito Santo, Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 2, p. 131-132, 2003.

MORENO, I. B. et al. Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus Stenella (Cetacea: Delphinidae) in the southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 300, p. 229-240, 2005.

MORETE, M. E. et al. Fluctuating abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in a calving ground off coastal Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, n. 6, p. 1-7, 2008.

MORETE, M. E. et al. Indexing seasonal abundance of humpback whales around Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 1, p. 21-28, 2003.

MOURA, J. F. et al. Mercury Status of the Amazon Continental Shelf: Guiana Dolphins (*Sotalia guianensis*, Van Beneden 1864) as a Bioindicator. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 89, p. 412-418, 2012.

MOURA, R. L. Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean. **Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium**, v. 9, n. 2, p. 917-920, 2003.

MOURA, R. L. et al. Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 109-117, 2013.

MOURA, R. L.; FRANCINI-FILHO, R. B. Reef and shore-fishes of the Abrolhos Bank, Brazil. In: DUTRA, G. F. et al. (Eds). **A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil**. RAP Bulletin of Biological Assessment 38. Conservation International, Washington, 2005. p. 40-55.

MUEHE, D.; IGNARRA, S. Arenito de praia submerso em frente à praia de Itapuaçu. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1984. p. 341-348.

MÜLLER, A.C.P.; LANA, P.C. **Manual de identificação de moluscos bivalves da família dos teredinídeos encontrados no litoral brasileiro**. Curitiba, PR. Editora da UFPR, 148pp., 2004.

MYERS, R. K.; McGAVIN, M. D. Respostas celulares teciduais. In: MAcGAVIN, M. D.; ZACHARY, J. F. **Bases da Patologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009. p. 3-59.

NALESSO, R. C.; BARROSO, G. F. Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no ESPÍRITO SANTO: cultivos de moluscos bivalves. In: GILBERTO, F. et al. (Orgs.). **Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil**: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Ed. Museu Nacional, 2007. p. 203-209.

_____. Cultivo de moluscos no Espírito Santo: situação atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **Anais...** Vitória, 2005.

NALESSO, R. C.; GARCIA-PRADO, J. A. Influência dos organismos incrustantes no crescimento do mexilhão *Perna perna* (L.) em estruturas de cultivo, na Praia do Coqueiro, município de Anchieta, ES. In: INTERNATIONAL CONFERENCE MANGROVE: CONNECTING RESEARCH AND PARTICIPATIVE MANAGEMENT OF ESTUARIES AND MANGROVES, 2003, Salvador. **Proceedings…** Salvador, 2003.

NALESSO, R. C.; MAZIOLI, C. Fauna macrobentônica da região entre-marés da Praia de Camburi, Vitória, ES. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: CONSERVAÇÃO, 5., 2000, Vitória. **Anais...** Vitória, 2000. p. 156-163.

NALESSO, R. C. et al. Soft macrobenthic communities of Vitoria Bay estuarine system, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 53, n. 1-2, p. 23-38, 2005a.

NALESSO, R. C. et al. Obtenção de sementes de ostras *Crassostrea* sp. em coletores artificiais no litoral sul do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **Anais...** Vitória, 2005b.

NALESSO, R. C. et al. Influência de mitilicultura na comunidade bentônica do sedimento da Praia do Coqueiro, Anchieta, ES - fase II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **Anais...** Vitória, 2005c.

NALESSO, R. C. et al. Impacto do cultivo de bivalves na estrutura da comunidade macrobentônica do sedimento em Anchieta, ES. In: GILBERTO, F. et al. (Orgs.). **Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil**: recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Ed. Museu Nacional, 2007. p. 225-234.

NELSON, W. O. Predation and prey population variation in a high energy sand beach macrofaunal community. **Ophelia**, v. 26, p. 305-316, 1986.

NETO, R. M. F. **Variação espaço-temporal da ictiofauna sob o impacto de derrocagem na baía de Vitória/ES**. 2013. Trabalho de Conclusão (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, Vitória, 2013.

NETTO, A. M. **Modificações da zona costeira do extremo sul da Bahia nos últimos 150 anos, e sua relação com a sedimentação do banco de Abrolhos**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

NEVES, J. A. **Fauna bentônica de estuários do norte do Espírito Santo**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

NOGUEIRA, R.; OLIVEIRA, S. JR. Siphonophora from the coast of Brazll (17°S to 24°S). **Bolm Inst. Oceanogr**., São Paulo, v. 39, n. 1, p. 61-69, 1991.

NOT, F. et al. Diversity and ecology of eukaryotic marine phytoplankton. **Advances in Botanical Research**, v. 64, p. 1-56. 2012.

NOVAES, T. D.; SIMON, J. E. Novos registros de aves marinhas para a região da foz do rio Doce, Linhares, Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 11, 2003, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2003.

NUNES, A. L. **Determinação das marés meteorológicas na região da baía do Espírito Santo e sua influência na drenagem de águas continentais**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

NUNES, E. T. ***Farfantepenaeus brasiliensis* (Crustacea: Penaeoidea): Morfologia do hepatopâncreas e sua relação com os metais pesados encontrados no litoral sul do Espírito Santo**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011.

NUNES, R. A. **Composição e estrutura da comunidade zooplanctônica de um estuário tropical (Espírito Santo, Brasil)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, São Paulo, 2010.

NUTRIPETRO. **Estudo de impacto ambiental**: terminal portuário de uso múltiplo da NutriPetro. São Paulo: NutriPetro, jul. 2013.

NYBAKKEN, J. W. **Marine biology**: an ecological approach. 5. ed. Pearson Education, 2001.

OGAWA, H. et al. Production of refractory dissolved organic matter by bacteria. **Science**, v. 292, n. 5518, p. 917-920, 2001.

OLIVEIRA, E. C. et al. Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, explotação e conservação. In: BRASIL. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/plantas_marinhas.pdf> Acesso em: 6 set. 2018.

OLIVEIRA, E. N. et al. A satellite view of riverine turbidity plumes on the NE-E Brazilian coastal zone. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60 n. 3, p. 283-298, 2012.

OLIVEIRA, E. S. **Brazilian mangal vegetation with special emphasis on the seaweeds**. In: POR, F. D.; DOR, I. (Eds.). Hydrobiology of the Mangal. The Ecosystem of the Mangrove Forests. Boston: Dr. W. Junk Publishers, p. 55-65. 1984.

OLIVEIRA, K. S. S.; QUARESMA, V. S. Temporal variability in the suspended sediment load and streamflow of the Doce River. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 78, p. 101-115, 2017.

OLIVEIRA, M. M. et al. Toxinas de cianobactérias e microalgas marinhas: um desafio para a ecotoxicologia aquática. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 4, n. 1, p. 57-80, 2010.

OLIVEIRA, M. R. **Investigação da contaminação por metais pesados da água e do sedimento de corrente nas margens do rio São Francisco e tributários, a jusante da represa da CEMIG, no município de Três Marias, Minas Gerais**. 2007. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. Algas marinhas do sul do Estado de Espírito Santo (Brasil). I – Ceramiales. **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo** (ser. Bot.), v. 26, p. 1-277, 1969.

_____. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. 1977. Tese (Livre Docência em Ficologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

OMENA, E.P.; JUNQUEIRA, A.O.R. & SILVA, S.H.G. Resistência de Teredinidae (Rafinesque, 1815) (Mollusca: Bivalvia) a diferentes períodos de exposição ao ar. **Rev. Bras. Biol**., Rio de Janeiro. 50(3):701-707, 1990.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Method in marine zooplankton ecology**. New York: John Willey, 1984.

PACHECO, M. R. **Macroalgas marinhas associadas a bancos de rodolitos do infralitoral do Espírito Santo, Brasil**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PAES-LEME, Rafael B. et al . Modelagem física e computacional de ondas geradas pelo veto em um terminal portuário: o desempenho do modelo SWAN 40.51 em uma região com elevada reflexão e difração. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo , v. 26, n. 1, p. 45-59, Mar. 2008.

PAIVA FILHO, A. M.; TOSCANO, A. P. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado - Guarujá e Mar Pequeno - São Vicente, São Paulo. **Bol. Inst. oceanogr.**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 153-65, 1987.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA. **Atlas da Floresta Atlântica do Paraná** – Área de abrangência do Programa Proteção da Floresta Atlântica – Pró-Atlântica. SEMA, Curitiba, 2005.

_____. Secretaria de Educação. **Mundo**: clima e correntes marítimas. Disponível em: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=405&evento=5>. Acesso em: 5 ago. 2017.

PASCOALINI, S. S. **Eficiência fotossintética nos manguezais na baía de Vitória, ES**. 2014. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. **Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo**. Vitória: Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica, 2007.

PATACA, L. C. M. et al. Determinação de arsênio em águas contaminadas usando fluorescência de raios-X por energia dispersiva. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 579-582, 2005.

PAULA, A. F.; FIGUEIREDO, M. A. O.; CREED, J. C. Structure of the macroalgal community associated with the seagrass *Halodule wrightii* Ascherson in the Abrolhos Marine National Park, Brazil. **Botanica Marina**, v. 46, p. 413-424, 2003.

PAVANATO, H. J. et al. Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. **Ecological Modeling**, v. 358, p. 10-18, 2017.

PEIXOTO, A. L. & SIMONELLI, M. 2007. Floresta de Tabuleiro. In C. N. Fraga & M. Simonelli (orgs.), **Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Estado do Espírito Santo**. IPEMA, Vitória, p. 33–43.

PENHA, J. S.; BARATA, D. **Macroalgas do manguezal da praia de guaxindiba na foz do rio Itaúnas, Conceição da Barra, Espírito Santo**. Anais do III Workshop da Redealgas – biodiversidade, aplicação tecnológica e sustentabilidade, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <https://ecitydoc.

com/download/iii-workshop-da-redealgas-biodiversidade-aplicaao_pdf> Acessado em: 13 de setembro de 2018.

PENHA, J. S. **Estimativas da biomassa em carbon do fitoplâncton autotrófico da bacia do Espírito Santo por meio do biovolume e sua relação com os valores de clorofila-a**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2017.

PEREIRA, A. F. et al. Tidetopography interaction along the eastern Brazilian shelf. **Continental Shelf Research**, v. 25, p. 1521-1539, 2005.

PEREIRA & GOMES, J. M. L. 1994. Levantamento florístico das comunidades vegetais de restinga no Município de Conceição da Barra, ES. In: **III Simpósio de ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira**: subsídios a um gerenciamento ambiental. Serra Negra, ACIESP (org.), vol.3, p. 67-78.

PEREIRA, C. O. **Dinâmica populacional e produção secundária de *Uca* (Decapoda: Ocypodidae) nos estuários dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, ES, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PEREIRA, F. V. et al. Estrutura da vegetação em duas áreas com diferentes históricos de antropização no manguezal de Anchieta, ES. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 22, p. 1-8, 2009.

PEREIRA, J. R. **Produção primária do fitoplâncton da Baía de Vitória, Espírito Santo, Lat. 20 Graus 19'S - Long. 40 Graus 20'W. (Estudo Preliminar)**. 1983. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

PEREIRA, O. J. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba - Guarapari, ES. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1990. p. 207-2019.

_____. Restinga: origem, estrutura e diversidade. In: JARDIM, M. A. G.; BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M. (Orgs.). **Desafios da botânica brasileira no novo milênio**: inventário, sistematização e conservação da biodiversidade vegetal. Belém, Pará, 2003. p. 177-179.

PERENCO. **EIA – atividade de perfuração marítima dos blocos BM-ES-37, 38, 39, 40 e 41**. Bacia do Espírito Santo. Paris: Perenco, dez. 2009.

PESSOA, V.T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; SILVA, A.P. & PORTO-NETO, F.F. 2009. **Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil).** Revista Brasileira de Engenharia e Pesca, v. 4, n. 1, pp. 80-94.

PETRI, D. J. C. et al. Distribuição das espécies e estrutura do manguezal do rio Benevente, Anchieta, ES. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 3, p. 107-116, 2011.

PETROBRAS. **EIA – Estudo de impacto ambiental atividade de produção e escoamento de óleo e gás do campo de jubarte, bacia de Campos**. Relatório técnico CPM RT 017/04 VOLUME I/II. Petrobras, 2004.

_____. **EIA – Estudo de Impacto Ambiental**. Gasoduto Cacimbas – CATU. Revisão da Diretriz do EIA. Tomo I/IV. Espírito Santo: Petrobras, mar. 2006.

_____. EIA – **Estudo de Impacto Ambiental. Dutos Cacimbas-Barra do Riacho e Terminal Aquaviário de Barra do Riacho**. Petrobras, 2007.

_____. **EIA para a Atividade de Pesquisa Sísmica Marítima 4D nas Áreas dos Campos de Golfinho, Canapu, Camarupim, Camarupim Norte, Peroá e Cangoá, na Bacia do Espírito Santo**. Petrobras, 2010. v. 2.4.

_____. **EIA – Estudo de Impacto Ambiental para o Gasoduto Sul Norte Capixaba**. COM RT 086/10. Espírito Santo: Petrobras, 2011.

_____. Gasoduto Cacimbas – Vitória – Estudo de Travessias (Rio Doce e Monsarás), **Relatório** RL.4150.44-6521-932-EFN-003, 2002.

PETRONI, R. V. **Hidráulica marítima y de estuarios**. Buenos Aires: Editorial Dunken, 2005.

PIACENTINI, V. Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91-298, 2015.

PIAZZA, H. D.; ARAUJO, M. B. de. Geologia da parte continental. In: Projeto Rio Doce. Petróleo Brasileiro S/A. Divisão de Exploração – DEXPRO/ DIVEX- Centor de Pesquisas e Desenvolvimento – CENPES - Instituto de Geologia e Astronomia da USPIGA, 1972.

PIMENTEL, C. R. **Organização trófica da comunidade de peixes de poças de maré da praia dos Castelhanos (ES), Atlântico Sudoeste Tropical**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PINHEIRO, F. C. F. **Padrões de uso de habitat do boto-cinza (Sotalia guianensis) na região da foz do rio Doce, costa norte do Espírito Santo, Sudeste do Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

PINHEIRO, H. T. **Peixes recifais da ilha dos Franceses**: composição, distribuição espacial e conservação. 2010. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambienta) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

PINHEIRO, H. T.; FRIZZEIRA, F. C. Mortandade de peixes proporcionada pela abertura Antrópica da Barra da lagoa Monsarás, Linhares, ES. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Sociedade de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, 2007.

PINHEIRO, P. C. **Dinâmica das comunidades de peixes em três áreas amostrais da Ilha do Mel, baía de Paranaguá, Paraná, Brasil**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

PIRES, T. C. S. A. **Contribuição ao estudo do gênero *Echinaster* Muller & Troschel, 1840 (Echinodermata: Asteroidea) no litoral brasileiro**. 1982. Dissertação (Mestrado) – Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1982.

POLIZEL, S. P. **Caracterização morfológica do delta do rio doce (ES) com base em sensoriamento remoto**. 2014. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014.

POLIZEL, S. P.; ROSSETTI, D. F. Caracterização morfológica do delta do rio Doce (ES) com base em análise multissensor. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 2, p. 311-326, 2014.

PORTOCEL. **Relatório de monitoramento da dragagem da Portocel** - Campanha Pré-Operacional. Relatório Técnico CPM RT 358/08. 2008

_____. **Relatório de Controle Ambiental (RCA)**: dragagem de manutenção das áreas navegáveis do Terminal Especializado de Barra do Riacho. Relatório Técnico CPM RT 063/10. 2010.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

PRITCHARD, D. W. Estuarine hydrography. **Adv. Geophys**, v. 1, p. 243-280, 1952.

_____. What is an estuary: physical view point. In: LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries**. Washington: American Association for Advance of Science, 1967. p. 3-5.

PSG EQUILIBRIUM. **EIA - Terminal Portuário de Uso Múltiplo da Nutripetro**. EA-01-11-0-1, 2013.

QUARESMA, V. S. et al. Modern sedimentary processes along the Doce river adjacent continental shelf Brazilian. **J. Geol.**, v. 45, p. 635-644, 2015.

QUEIROZ, A. F. de S.; CELINO, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos**: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos. Salvador: UFBA, 2008.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folha SE 24, Rio Doce. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1987.

REAKA-KUDLA, M. L. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. In: REAKA-KUDLA, M. L.; WILSON, D. E.; WILSON, E. O. (Eds.). **Biodiversity II**. Washington, D.C.: Joseph Henry Press, 1997. p. 83-108.

REID, J. L. On the total geostrophic circulation of the South Atlantic Ocean: flows patterns, tracers and transport. **Prog. Oceanog**., v. 23, p. 149-244, 1989.

REINA-HERVAS, J. A.; SERRANO, P. Structural and seasonal variations of inshore fish populations in Málaga Bay, Southeastern Spain. **Marine Biology**, v. 95, p. 501-508, 1987.

REJEIRS, T. J. A.; HSÜ, K. J. **Manual of carbonate sedimentology**: a lexicographical approach. London: Academic Press, 1986.

RESENDE, E. V. **Avaliação das populações microfitoplanctônicas do litoral norte do Espírito Santo - Município de Aracruz (19º55' S e 40º04' W) ao longo de um ciclo anual**. 1992. Monografia (Bacharelado em Biologia Marinha) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.

REYNOLDS III, J. E.; ODELL, D. K.; ROMMEL, S. A. Marine Mammals of the World. In: REYNOLDS III, J. E.; ROMMEL, S. A. (Eds.). **Biology of Marine Mammals**. Washignton: Smithsonian Institution Press, 1999. p. 1-14.

REZENDE, C. E. et al. Hidroquímica. In: VALENTIN, J. L. (Ed.). **Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília, DF: Ideal Gráfica e Editora, 2006. p. 31-60.

RIBAS, L. B. Foraminíferos bentônicos da costa entre Espírito Santo e Cabo Frio – RJ. **Publi. Inst. Pesq. Mar.**, 1969.

RIBEIRO, C. C. et al. Recrutamento e período reprodutivo do ermitão *Clibanarius antillensis* Stimpson 1862 (Crustacea, Anomura, Diogenidae) no litoral do Espírito Santo. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2016, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, 2016.

RICHMOND, R. H. Reproduction and Recruitment in Corais: critical links m the persistence of reefs. In: BIRKELAND, C. **Life and death of coral reefs**. New York: Chapman and Hall, 1997. p. 175-197.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**: um livro-texto em ecologia básica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ROBERTSON, A.I. & ALONGI, D.M. (Eds.) **Tropical Mangrove Ecosystems. Coastal and estuarine studies.** American Geophysical Union, Washington, D.C. v.41. 255pp., 1992.

ROBERTSON, A. I.; LENANTON, R. C. Fish community structure and food chain dynamics in the surf zone of sandy beaches: the role of aquatic macrophyte detritus. **Journal of Experimental Biology and Ecology**, v. 84, p. 265-283, 1984.

ROBERTSON, A. I.; BLABER, S. J. M. Plankton, epibenthos and fish communities. In: ROBERTSON, A. I.; ALONGI, D. M. (Eds). **Tropical mangrove ecosystems**. Washinhton: American Geophysical Union, Coastal and Estuarine Studies 41, 1992. p. 63-100.

ROCHA, G. B.; CARMO, T. M. S.; CONTI, R. C. Aspectos ecológicos da malacofauna do manguezal do Rio da Passagem, Vitória, ES. In: REUNIÃO ESPECIAL DO SBPC, 3., 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1996. p. 477-478.

ROCHA, L. A. Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1161-1171, 2003.

ROCHA-CAMPOS, C. C.; CÂMARA, I. G. **Plano de ação nacional para conservação dos mamíferos aquáticos grandes cetáceos e pinípedes**. Brasília, DF: ICMBio, 2011. (Série Espécies Ameaçadas nº 14).

RODRIGUES, A. M. T. et al. A explotação do caranguejo *Ucides cordatus* (*Decapoda*: *Ocypodidae*) e o processo de gestão participativa para normatização da atividade na região sudeste-sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 63-78, 2000.

RODRIGUES, R. R.; ROTHSTEIN, L. M.; WIMBUSH, M. Seasonal variability of the South equatorial current bifurcation in the Atlantic Ocean: a numerical study. **J. Phys. Oceanogr.**, v. 37, p. 16-30, 2007.

RODRIGUES, V. L. A. **Dieta e ecologia alimentar do boto-cinza, Sotalia guianensis (Cetartiodactyla: Delphinidae) na região do Banco dos Abrolhos, costa central do Brasil**. 2014. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

ROMAN, J. et al. Whales as marine ecosystem engineers. **Frontiers in Ecology and Environment**, v. 12, n. 7, p. 377-385, 2014.

ROSA, B.V.M. 2009. **Aspectos biológicos de Laminaria spp.: taxonomia, filogenia molecular, parâmetros populacionais, composição química e flora associada**. Tese de Doutorado, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 122 p.

ROSS, S. T. A review of surf zone ichthyofaunas in the Gulf of Mexico. In: NORTHERN GULF OF MEXICO ESTUARIES AND BARRIER ISLANDS RESEARCH CONFERENCE, 1983, Biloxi. **Proceedings…** Atlanta: U.S. Dep. Int. Natl. Park Serv., 1983. p. 25-34.

ROSS, S. W.; LANCASTER, J. E. Movements and site fidelity of two juvenile fish species using surf zone nursery habitats along the southern North Carolina coast. **Environmental Biology of Fishes**, v. 63, p. 161-172, 2002.

ROSSETTI, D. F. Ambientes costeiros. In: FLOREZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L. Evidence of bottom contact behavior by estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) on the eastern coast of Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 32, n. 2, p. 140-144, 2006.

ROSSI-SANTOS, M. R.; WEDEKIN, L. L.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Residence and site fidelity of *Sotalia guianensis* in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 87, n. 1, p. 207-212, 2007.

_____. Habitat use of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the Caravelas River Estuary, eastern Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1-2, p. 111-116, 2010.

ROSSI-SANTOS, M.; WEDEKIN, L.L.; SOUSA-LIMA, R.S. Distribution and habitat use of small cetaceans off Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 5, n. 1, p. 23-28, 2006.

RUDORFF, N. et al. Remote sensing monitoring of the impact of a major mining wastewater disaster on the turbidity of the Doce River plume off the eastern Brazilian coast. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 2018.

RUEDA-ALMINACID, J. V. et al. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos de Trópico**. Bogotá, Colombia: Conservación Internacional, 2007.

RUPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. Sexta edição. São Paulo: Roca, 1996.

RUPIL, G. M. **Dieta de golfinhos e sobreposição trófica coma pesca de arrasto na costa central do Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

SÁ, A. D. F. **Macroalgas bentônicas da Baía do Espírito Santo e adjacências: distribuição, concentração de metais pesados e influência do minério de ferro particulado**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SAENGER, P.; HEGERL, E. J.; DAVIE, J. D. S. (Eds.). Global status of mangrove ecosystems**.** Commission on Ecology Papers Number 3, IUCN, Gland. **The Environmentalist**, v. 3, suppl. 3, 1983.

SAITER, F. Z. et al. Floristic units and their predictors unveiled in part of the Atlantic Forest hotspot: implications for conservation planning. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2031-2046, 2015.

SAMPAIO, F. D. F. et al. determinação do período reprodutivo e do tamanho de maturação funcional dos ovários de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae) na baía de Vitória, Espírito Santo. **Archives of Veterinary Science.**, v. 16, n. 3, p. 87-96, 2011.

SANTOLIN, C. V. A. **Quantificação e avaliação ambiental da contaminação por metais e arsênio em sedimentos da bacia do rio Doce – MG**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências – Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SANTOLIN, C. V. A. et al. Distribution and environmental impact evaluation of metals in sediments from the Doce River Watershed, Brazil. **Environ. Earth Sci.**, v. 74, p. 1235-1248, 2015.

SANTOS, M. C. O. et al. Occurrence of southern right whale (*Eubalaena australis*) along southeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 2, p. 153-156, 2001.

SANTOS, N. S. dos. **Estrutura de comunidades de macroalgas ao longo do gradiente salino no manguezal do estuário do Rio São Mateus-ES**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

SANTOS, N. H. S. S.; BARATA, D. **Composição e estrutura de comunidade de macroalgas aderidas a rizóforos no manguezal da praia da Guaxindiba, Conceição da Barra, ES.** Anais do XV Congresso Brasileiro de Ficologia, São Lourenço. 2014.

SANTOS, R. G. **Variação na dieta de tartaruga verde, Chelonia mydas, e o impacto da ingestão de lixo ao longo da costa brasileira**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SANTOS, R. T. L. et al. **Estudo da distribuição de elementos traço em sedimentos na região do estuário do rio Doce, Brasil**. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283643575_ESTUDO_DA_DISTIRB UICAO_DE_ELEMENTOS_TRACO_EM_SEDIMENTOS_NA_REGIAO_DO_ESTUARIO_DO_RIO_DOCE_BRASIL>. Acesso em: 8 set. 2018.

SCHAEFFER, J. K. **Variações da comunidade fitoplanctônica na região estuarina dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Aracruz, ES) e suas relações com os fatores ambientais**. 2005. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R. Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. **Estuar.**, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; COELHO-JR., C. C.; MENGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os manguezais brasileiros. In: SOUZA, G.; JUCÁ, K.; WATHELY, M. (org.) **Código florestal e a ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília, DF: Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável, 2012.

SCHULTES, S.; LOPES, R. Laser Optical Plankton Counter and Zooscan intercomparison in tropical and subtropical marine ecosystems. **Limnol. Oceanogr.: Methods**, v. 7, p. 771-784, 2004.

SCITECH. **6º Relatório Anual**. Processo Administrativo Nº 02022.001407/2010. CGPEG/DILIC/IBAMA. Relatório técnico elaborado para a Petrobras. Scitech, Rio de Janeiro, 2017.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEAMA). **Atlas da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo**. 2007-2008; 2012-2015.ES, Vitória 2018.

SECCHIN, N. A. **Mapeamento de Habitats Marinhos na Plataforma dos Abrolhos**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação Oceanografia Ambiental, UFES, 2011.

SECCHI, E.; DANILEWICZ, D.; OTT, P. H. Applying the phylogeographic concept to identify franciscana dolphin stocks: implications to meet management objectives. **Journal of Cetacean Researchn and Management**, v. 5, n. 1, p. 61-68, 2003.

SERAFIM, C. S. F.; HAZIN, F. O ecossistema costeiro. In: SERAFIM, C. S. F. (Coord.). **Geografia**: ensino fundamental e ensino médio: o mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2005.

SICILIANO, S. et al. **Whales, river dolphins, and dolphins in the Campos basin**. Field Guide Series, Campos Basin Marine Fauna, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://thecre.com/pdf/brazil%20reprt%20e.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2017.

SICILIANO, S. et al. Age and growth of some delphinids in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 87, p. 293-303, 2007.

SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A. P.; RAMOS, R. A toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1884) (Mammalia: Cetacea) nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, costa sudeste do Brasil: caracterização dos hábitats e possíveis fatores de isolamento das populações. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia**, v. 146, p. 1-15, 2002.

SILVA, C. G. et al. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. In: BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, E. S. R. (Orgs). **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SILVA, C. A. **Levantamento e distribuição da família Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) em Conceição da Barra e Aracruz, Espírito Santo, Brasil**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

_____. **Ecologia e etnozoologia da família Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) em área de manguezal do município de Conceição da Barra, Espírito Santo, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

SILVA, C.A. & TOGNELLA, M.M.P. Biodiversidade desconhecida: registro de *Nausitora fusticula* (Bivalvia, Teredinidae) para a região norte do estado do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. Goiânia, GO. 9(16): 2453-2461, 2013.

SILVA, L. S. **Diversidade e distribuição do gênero *Alvania* (Mollusca, Gastropoda: Rissoidae) no litoral brasileiro**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SILVA, M. A. B.; BERNINI, E.; CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. **Acta bot. bras**., v. 19, n. 3, p. 465-471, 2005.

SILVA, P. O. **Diagnóstico da saúde ambiental dos ecossistemas recifais de abrolhos e Porto Seguro, BA, com ênfase em foraminíferos bentônicos e indicadores geoquímicos**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

SILVEIRA, I. C. A. et al. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira, **Rev. bras. Oceanogr.**, v. 48, n. 2, p. 171-183, 2000.

SIMON, F. X.; PENRU, Y.; GUASTALLI, A. R.; LLORENS, J.; BAIG, S. Improvement of the analysis of the biochemical oxygen demand (BOD) of Mediterranean seawater by seeding control. **Talanta**, London, n.85, p.527-532, 2011.

SIMON, J. E. A Lista das aves do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 17., 2009, Aracruz. **Anais...** Aracruz, 2009. p. LV-LXXXVIII.

SIMON, N. et al. Diversity and evolution of marine phytoplankton**. Comptes rendus biologies**, v. 332, p. 159-170, 2009.

SIMON, T. E. **Peixes recifais**: comparação entre ambientes artificiais e naturais. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

SIMONELLI, M. Diversidade e Conservação das Florestas de Tabuleiros no Espírito Santo. In: MENEZES, L. F. T.; PIRES, F. R.; PEREIRA, O. J. (Orgs.). **Ecossistemas costeiros do Espírito Santo**: conservação e preservação. Vitória: ADUFES, 2007. p. 21-32.

SMITH, S. L. The role of zooplankton in the nitrogen dynamics of a shallow estuary. **Estuar. Coast. Mar. Sci.**, v. 7, n. 6, p. 555-565, 1978.

SOARES, V. L.; BERNARDINO, A. F. Impacto do derramamento controlado de óleo diesel sobre a macrofauna bentônica de praias arenosas localizadas na APA Costa das Algas, Aracruz ES. In: SEMANA NACIONAL DA OCEANOGRAFIA, 28., 2016, Guarapari. **Anais...** Guarapari, 2016.

SOLE-CAVA, A. M.; KELECOM, A.; KANNENGIESSER, G. J. Study of some sponges (Porifera, Demospongiae) from the infralitoral of Guarapari, Espírito Santo, Brazil. **Iheringia**., v. 60, p. 125-150, 1981.

SOMENZARI, M. et al. An overview of migratory birds in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, e20185803, 2018.

SOSSAI, B. G.; BARATA, D. **Macroalgas associadas a pneumatóforos do manguezal da praia de Barra Nova, São Mateus, ES**. Anais do 67º Congresso Nacional de Botânica, Vitória-ES. 2016. Disponível em < http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/67CNBot/resAnexo1-0601-0632-3c32fd8b46711d73da4efdcf7141b65b.pdf> Acessado em: 13 de setembro de 2018.

SOUSA-LIMA, R. S.; CLARK, C. W. Whale sound recording technology as a tool for assessing the effects of boat noise in a Brazilian Marine Park. **Park Science**, v. 26, p. 59-63, 2009.

SOUZA, A. S.; OSTROVSKI, M. C.; FONSECA, K. L. M. *Pagurus* (Crustacea, Anomura) da região de Santa Cruz, Aracruz, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 19.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ZOOLOGIA, 13., 1992, Belém. **Anais...** Belém, 1992.

SOUZA, E. M. **Biomassa e estrutura da comunidade fitoplânctonica dos ecossistemas do Banco de Abrolhos, adjacências e no Atlântico Sul (Brasil x África)**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SOUZA, E. M.; JESUS, H. C. Impacto ambiental de metais no manguezal do Rio Santa Maria, Bubu e Aribir, Vitória/ES, utilizando bioindicadores *Mytella* e *Crassostrea rhizophorae*. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E PESQUISA DO ESPÍRITO SANTO, 1., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória, 1999.

SOUZA, G. & JUCÁ, K. **Código florestal e a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber. Sumários executivos de estudos científicos sobre impactos do projeto de código florestal.** Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável. 215pp., 2012.

SOUZA, J. S. D. **Diversidade e distribuição vertical do fitoplâncton na região de Abrolhos, sul da Bahia (inverno de 2007)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Santa Cruz, 2010.

SOUZA, K. F. S. de. **Avaliação quantitativa de vírus entéricos em mexilhão (*Mytella guyanensis* e *Mytella charruana*) e ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em área de manguezal da Baía de Vitória (ES) com a utilização da PCR em tempo real**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

SOUZA, M. M. **Levantamento preliminar dos hidróides (Cnidaria: Hydrozoa: Hidroida) do litoral do Espírito Santo e considerações sobre sua biologia e ecologia**. 1987. Monografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

SOUZA, R. B. et al. Climatologia e variabilidade ambiental marinha na região do Banco de Abrolhos determinada por satélites: resultados preliminares do projeto Pro-Abrolhos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SANEAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007. p. 4735-4742, 2007.

SOUZA, W. L. F.; KNOPPERS, B. Fluxos de água e sedimentos a costa leste do Brasil: relações entre a tipologia e as pressões antrópicas. **Geochimica Brasiliensis**, v. 17, n. 1, p. 57-74, 2003.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória bay estuarine system (Southeastern Brazil). characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 2-3, p. 95-105, 2006.

STERZA, J. M.; OVALLE, A. R. C.; LOUREIRO FERNANDES, L. F. Zooplankton distribution and abundance related to the hydrochemistry in a tropical bay (south-east Brazil). **Cah. Biol. Mar.**, v. 49, p. 229-245, 2008.

STRYDOM, N. A. Occurence of larval and early juvenile fishes in the surf zone adjacent to two intermittently open estuaries, South Africa. **Environmental Biology**, v. 66, p. 349-359, 2003.

SUDA, Y.; INOUE, T.; UCHIDA, H. Fish communities in the surf zone of a protected sandy beach at Doigahama, Yamaguchi Prefecture, Japan. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 81-96, 2002.

SUGIYAMA, M. & MANTOVANI, W. 1994. Fitossociologia de um trecho de mata de restinga na Ilha do Cardoso-SP. Pp. 49-57. In: **Anais** do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Subsídios a um gerenciamento ambiental. ACIESP vol. 3, São Paulo.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia marinha**: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992. (Biblioteca de Ciências Naturais/USP, v. 15).

_____. **Geologia sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2003.

_____. **Geologia sedimentar do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

SUGUIO, K., MARTIN, L. e FLEXOR, 1.M. - 1980 - Sea-level fluctuations during the past 6,000 years along the coast of the State of São Paulo, Brazil. In: N.A. Morner (ed.), **Earth Rheology, Isostasy and Eustasy**, John Willey and Sons: 471-486.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Significance of quaternary sea-level fluctuations for delta construction along the Brazilian coast. **Geo-Marine Letters**, v. 1, n. 3-4, p. 181-185, 1981.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. Evolução da planície costeira do rio Doce (ES) durante o quaternário: influência das flutuações do nível do mar. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL, 4., 1982, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CTCQ-SBG, 1982. p. 93-116.

SURATI, R.; GUIMARÃES, S. M. P. B. *Nitophyllum adhaerens* (Ceramiales, Delesseriaceae), uma nova ocorrência para o litoral brasileiro. **Hoehnea**, v. 34, n. 3, p. 335-340, 2007.

SUSINI-RIBEIRO, S. M. M. Biomass distribution of pico, nano- and microplankton on the continental shelf of Abrolhos, East Brazil. **Archives of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2/3, p. 271-284, 1999.

SUSINI-RIBEIRO, S. M. M. et al. Topographical and hydrographical impacts on the structure of microphytoplankton assemblages on the Abrolhos Bank region, Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 88-96, 2013.

SZTUTMAN, Marcio e RODRIGUES, Ricardo R. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. **Revista Brasil. Bot**., V.25, n.2, p.161-176, jun. 2002.

TAIT, R. V.; DIPPER, F. A. **Elements of marine ecology**. Fourth Edition, Butterworth-Heineman, 1998.

TÂMEGA, F. T. S. et al. Nongeniculate coralline red algae (Rhodophyta: corallinales) in coral reefs from Northeastern Brazil and a description of *Neogoniolithon atlanticum* sp. Nov. **Phytotaxa**, v. 190, n. 1, p. 277-298, 2014.

TÂMEGA, F. T. S.; FIGUEIREDO, M. A. O. Distribution of crustose coralline algae 9Corallinales, Rhodophyta) in the Abrolhos reefs, Bahia, Brazil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 941-947, 2007.

TAVARES, R. G. et al. Biodiversidade de Brachyura (Decapoda) no sublitoral não consolidado de Anchieta, Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CRUSTÁCEOS, 8., 2014, Bonito. **Anais...** Bonito, 2014a.

TAVARES, R. G. et al. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunoidea) no litoral de Anchieta, Espírito Santo, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CRUSTÁCEOS, 8., 2014, Bonito. **Anais...** Bonito, 2014b.

TAVARES, R. G. et al. Diversidade e distribuição dos portunídeos (CRUSTACEA, BRACHYURA) no Litoral de Anchieta, Espírito Santo, Brasil. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20., 2016, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, 2016.

TEIXEIRA, B. A. C. **Estrutura da fauna bentônica de duas praias do Norte do Espírito Santo**. 2016. Dissertação (Metrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

TEIXEIRA, J. B. **Levantamento e sistematização de informações para a criação da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Foz do Rio Doce – ES**. Relatório Técnico. 2007.

TENENBAUM, D. R. et al. Os dinoflagelados. In: TENENBAUM, D. R. (Ed.). **Dinoflagelados e tintinídeos da região central da zona econômica exclusiva brasileira**: guia de identificação. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. p. 35-163.

TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. T. A.; GUIMARÃES, G. P. Microorganismos planctônicos: pico, nano e micro. In: VALENTIN, J. L. (Ed.). C**aracterísticas hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira Salvador, BA ao Cabo de São Tomé, RJ**. Brasília: Ideal Gráfica e Editora, 2007. p. 83-124.

THE OPEN UNIVERSITY. **Ocean circulation**. 2. ed. Oxford: The Open University e Butterworth-Heinemann, 2001.

THOMAZ, L. D. A Mata Atlântica no estado do Espírito Santo, Brasil: de Vasco Fernandes Coutinho ao século 21. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão**, n. 27, p. 5-20, 2010.

THOMÉ, J. C. A. et al. Nesting biology and conservation of the leatherback sea turtle (Dermochelys coriacea) in Espírito Santo State, Brazil, 1988-1989 to 2003-2004. **Chelonian Conservation and Biology**, Massachusetts, v. 6, n. 1, p. 15-27, 2007.

TOGNELLA, M. M. P. R. et al. **Abordagens ecológicas em manguezal**. In: MENEZES, L. F. T.; PIRES, F. R.; PEREIRA, O. J. (Orgs.). **Ecossistemas costeiros do Espírito Santo**: conservação e preservação. Vitória: EDUFES, 2007. p. 103-115.

TOMMASI, L. R. Lista dos crinóides recentes do Brasil. **Contribuições Avulsas do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo, Oceanografia Biológica**, v. 9, p. 1-33, 1965.

_____. Distribuição geográfica de alguns equinodermas do Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, v. 26, n. 3, p. 239-246, 1966a.

_____. Lista dos equinóides recentes do Brasil. **Contribuições Avulsas do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo, Oceanografia Biológica**, v. 11, p. 1-50, 1966b.

_____. Lista dos asteróides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. **Contribuições Avulsas do Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo, Oceanografia Biológica**, v. 18, p. 1-61, 1970.

TORRANO-SILVA, B. N.; OLIVEIRA, R. C. Macrophytbenthic flora of the Abrolhos Archipelago and the Sebastião Gomes Reef, Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 150-158. 2013.

TRANSPETRO. **Programa de monitoramento dos recursos hídricos na área de influência do terminal norte capixaba - 1º semestre de 2012**. Vitória, 2012a.

_____. **Relatório técnico**: segunda e terceira campanha do Programa de Caracterização e Monitoramento físico-químico e biológico do sedimento marinho e estuarino da área de influência do terminal norte capixaba. Terminais aquaviários do Espírito Santo. 2012b.

TSIPOURA, N. et al. Metal Levels in Shorebird Feathers and Blood During Migration Through Delaware Bay. **Environ Contam Toxicol**., v. 72, n. 4, p. 562-574, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH, 2007.

TURNER, K. et al. **Coastal zone ecosystem services: from science to values and decision making, a conceptual framework**. Unpublished report of the NERC-funded valuing nature network. Norwich: UEA, jan. 2013.

TURNER, J. T. The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of larval fish. **NOAA Tech. Rep**., NMFS 7, 1984.

UETZ, P.; HOŠEK, J. (Eds.). **The Reptile Database**. 2016. Disponível em: <http://www.reptile-database.org>. Acesso em: 22 jun. 2017.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Background papers and supporting data on the practical salinity scale 1978**. Paris: UNESCO Technical Papers in Marine Science n. 37, 1981.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO (UFES). **8° relatório**: monitoramento ambiental / projeto RAM: Victory 8B. Vitória: UFES, 2007.

_____. **Resultados parciais das análises realizadas em amostras coletadas na plataforma adjacente a foz do Rio Doce, APA Costa das Algas e Plataforma de Abrolhos**: Embarque Solocy Moura. Relatório técnico parcial. Vitória: UFES, 2016.

_____. **Monitoramento da influência da pluma do rio Doce após o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana/MG – novembro de 2015**: processamento, interpretação e consolidação de dados. Relatório consolidado. Vitória: UFES, 2017.

VALE, C. C. Caracterização dos manguezais em três diferentes ambientes morfológicos costeiros do estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2006. p. 1-11.

VALE, C. C.; FERREIRA, R. D. Os manguezais do litoral do Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ACIESP, v. I. 1998. p. 88-94.

VALE, C. C.; ROSS, J. L. S. As transformações morfológicas e fitogeográficas do estuário do rio São Mateus, litoral norte do estado do Espírito Santo, entre 1970 e 2008. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, v. 21, p. 3-23, 2011.

VALE, C. C.; DEEL'ORTO-E-SILVA, E.; WANDERLEY, T. C. Monitoramento de um trecho do bosque de mangue situado na foz do rio São Mateus, Conceição da Barra (ES) entre os anos de 1970 e 2011. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v. 1, n. 4, p. 208-220, 2012.

VALENTE, R. et al. (Eds.). **Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil**. Belém: Conservação Internacional, 2011.

VALENTIN, J.; MONTEIRO-RIBAS, W. Zooplankton community structure on the east-southeast Brazilian continental shelf (18-23°S latitude). **Continental Shelf Research**, v. 13. n. 4, p. 407-424, 1993.

VALLE, R. (Cood.). **Avaliação dos impactos da ruptura da barragem de rejeitos de Fundão em Mariana nove meses após o desastre**. Capítulo 5 - Avaliação dos Danos Ambientais Decorrentes do Rompimento das Barragens ao Longo da Bacia do Rio Doce e Zona Costeira Adjacente – BIODIVERSIDADE. Relatório técnico. Rio de Janeiro: COPPETEC Fundação, 2017.

VÉLEZ, M. V. **Introduccion a la ecologia del bentos marino**. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Cientifico y Tecnológico. Washington, D.C. Editora Eva V. Chesneau, 1971.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

VELOSO, V. G.; MELLO, G. A. S. Distribuição da família Porcellanidae no litoral brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 19.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ZOOLOGIA, 12., 1992, Belém. **Anais...** Belém, 1992.

VELOSO, V. G.; MELLO, G. A. S. Taxonomia e distribuição da família Porcellanidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) no litoral brasileiro. **Iheringia**, v. 75, p. 171-186, 1993.

VENEKEY, V.; FONSECA-GENEVOIS, V. G.; SANTOS, P. J. P. Biodiversity of free-living marine nematodes on the coast of Brazil: a review. **Zootaxa**, v. 2568, p. 1-28, 2010.

VIANNA, L. A. **Estruturas genética e demográfica do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na costa do Brasil**. 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

VIEIRA, A. A. H.; TEIXEIRA, C. Excreção de matéria orgânica dissolvida por populações fitoplanctônicas da costa leste e sudeste do Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 30, n. 1, p. 9-25, 1981.

VIEIRA, F.; GASPARINI, J. L. Os peixes ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. In: PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. (Orgs.). **Espécies da fauna ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica, 2007. p. 87-101.

VIEIRA, J. P.; MUSICK, J. A. Fish faunal composition in warm-temperate and tropical estuaries of Western Atlantic. **Atlântica**, Rio Grande, v. 16, p. 31-53, 1994.

VILA VELHA. **Decreto nº 33, de 9 de fevereiro de 2003**. Cria o Parque Nacional Municipal de Jacarenema e dá outras providências. Disponível em: <http://www.vilavelha.es.gov.br/legislacao/Arquivo/Documents/legislacao/html/D332003.html>. Acesso em: 31 ago. 2017.

VILLAÇA, R.; PITOMBO, F. B. Benthic communities of shallow-water reefs of Abrolhos, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 45, n. 1, p. 35-43, 1997.

VILLAS-BOAS, A. B. **Comunidades de organismos incrustantes e identificação de algas calcárias em bancos de rodolitos no Estado do Espírito Santo**. 2008. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VILLAS-BOAS, A. B. et al. Rhodolith-forming species of *Lithophyllum* (Corallinales; Rhodophyta) from Espírito Santo State, Brazil, including the description of *L. depressum* sp. nov. **Phycologia**, v. 48, n. 4, p. 237-248, 2009.

VILLAS-BOAS, A. B. et al. Rhodolith-forming species of the subfamilies Neogoniolithoidea and Hydrolithoidea 9Rhodophyta, Corallinales) from Espírito Santo State, Brazil. **Phytotaxa**, v. 222, n. 3, p. 169-184, 2015.

VILLAS-BOAS, A. B.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; FIGUEIREDO, M. A. O. Community structure of rhodolith-forming beds on the central Brazilian continental shelf. **Helgoland Marine Research**, v. 68, p. 27-35, 2014.

VITALI F. 2007. Notes and taxonomic corrections to the Beiträge von Insektenfauna von Jamaika, Cerambycidae (Coleoptera, Cerabycidae). **Entomapeiron** 1: 37–59.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. **As aves do ambiente costeiro do Brasil**: biodiversidade e conservação. Rio de Janeiro: FUNBIO, 1999.

VOS, J. G. et al. **Toxicology of marine mammals**. London: Editora Taylor and Francis, 2003.

VOULOT, D. Phytoplankton. **Encyclopedia of Life Sciences (eLS)**, 2006. p. 1-7.

WALKER, C. H. Persistent pollutants in fish-eating sea birds – bioaccumulation, metabolism and effects. **Aquat. Toxicol.**, v. 17, n. 4, p. 293-324, 1990.

WALLCRAFT, A. J.; METZGER, E. J.; CARROLL, S. N. **Software design description for the hybrid coordinate ocean model (HYCOM), Version 2.2**. NAVAL RESEARCH LAB STENNIS SPACE CENTER MS OCEANOGRAPHY DIV, 2009.

WEDEKIN, L. L. et al. O uso de um modelo conceitual para descrever o cenário de conservação do boto-cinza na Baía Norte, Sul do Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 3, n. 1, p. 59-67, 2005.

WEDEKIN, L. L. et al. Cetacean records along a coastal-offshore gradient in the Vitória-Trindade Chain, western South Atlantic Ocean. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 137-144, 2014.

WEDEKIN, L. L. et al. Running fast in the slow lane: rapid population growth of humpback whales after exploitation. **Marine Ecology Progress Series**, v. 575, p. 195-206, 2017.

WELLS, R. S. et al. Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: developing a health monitoring system. **EcoHealth**, p. 1, p. 246-254, 2004.

WHITFIELD, A. K. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 9, p. 151-186, 1999.

WOOD, A. M. M.; FLEMING, C. A. **Coastal hydraulics**. 2. ed. London: The Macmillan Press, 1981.

WRIGHT, L. D. L. River deltas. In: DAVIS, R. A. Jr. (Ed.). **Coastal sedimentary environments**. Srpinger Verlag, 1978. p. 5-68.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. 1983. Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. In: Komar P. D. ed. **Handbook of coastal processes and erosion**. Boca Raton, CRC Press, p. 35-64.

YAMAGUTI, Y. et al. Nécton dos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. In: CASTELLO, J. P. (Coord.). Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Oceanografia Biológica: Nécton**, Rio Grande, v. 5, 1994. p. 15-32.

YANEZ-ARANCIBIA, A. (Ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons**: towards an ecosystem integration. Mexico: UNAM Press, 1985.

YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; GESTINARI, L. M. S.; FERNANDES, D. R. P. Macroalgas. In: LAVRADO, H. P.; IGNACIO, B. L. (Eds.). **Biodiversidade bentônica da região central da zona econômica exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2006. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/documentos/revizee/score-central-vol18.pdf>. Acesso em: 11 set. 2018.

ZACHARY, J. F. Sistema nervoso. In: MCGAVIN, M. D.; ZACHARY, J. F. (Orgs.). **Bases da patologia veterinária**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009. p. 833-953.

ZALMON, I. R.; KROHLING, W.; FERREIRA, C. E. L. Abundance and diversity patterns of the sessile macrobenthic community associated with environmental gradients in Vitória Harbor, southeastern Brazil. **Zoologia**, v. 28, n. 5, p. 641-652, 2011.

ZAMBONI, A.; NICOLODI, J. L. (Orgs.). **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, 2008.

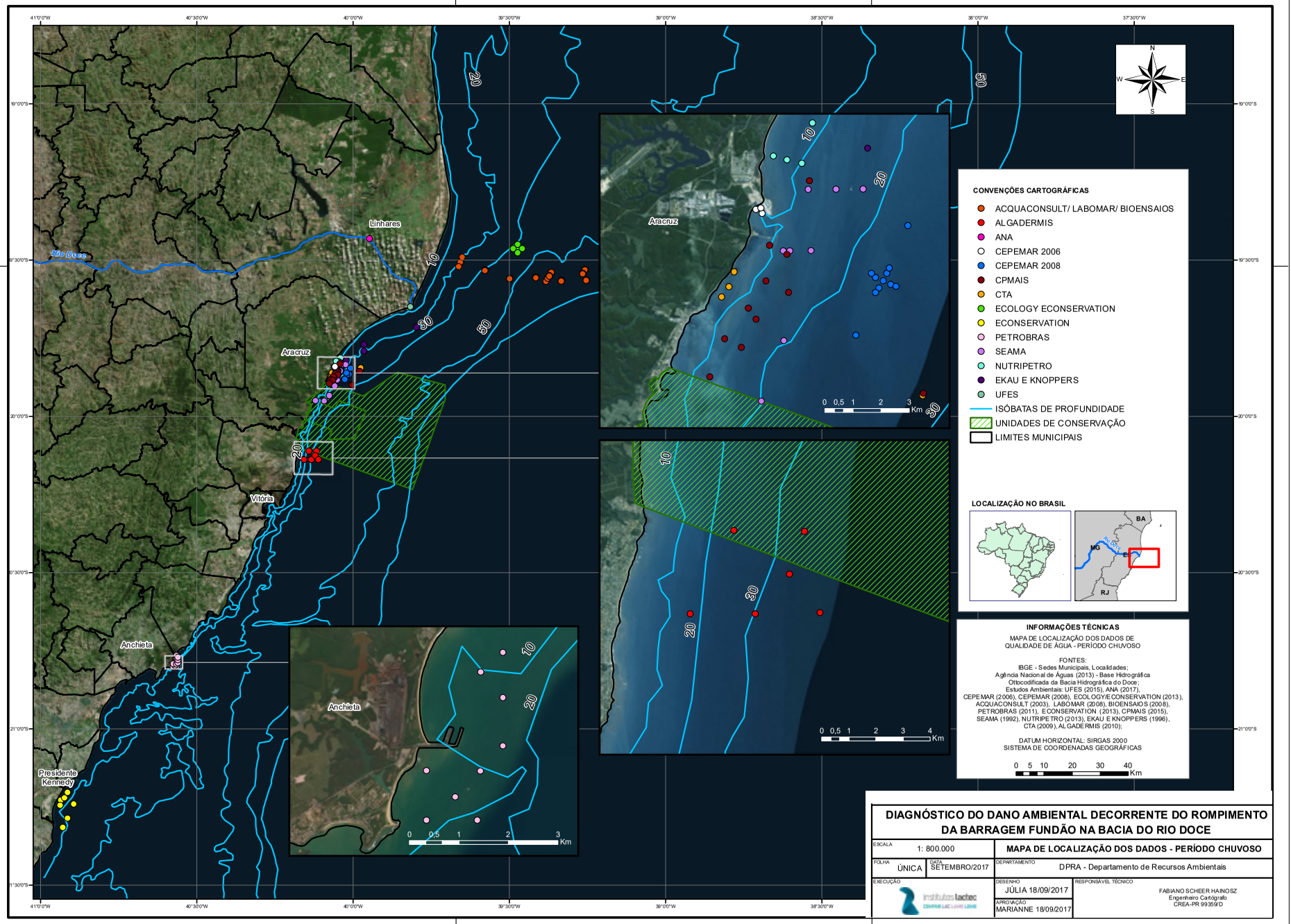
ZARONI, Leticia Pires; SOUSA, Eduinetty Ceci Pereira Moreira de. **Avaliação da qualidade dos sedimentos marinhos e estuarinos no município de Bertioga-SP**. 2006.Universidade de São Paulo, São Paulo, BSP, 2006.

ZERBINI, A. N. et al. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 313, p. 295-304, 2006.

ZOFFOLI, M. L.; KAMPEL, M.; FONSECA, L. M. G. Caracterização da pluma de sedimento do rio Doce (ES) utilizando dados TM –Landsat 5. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2011.

5 APÊNDICES

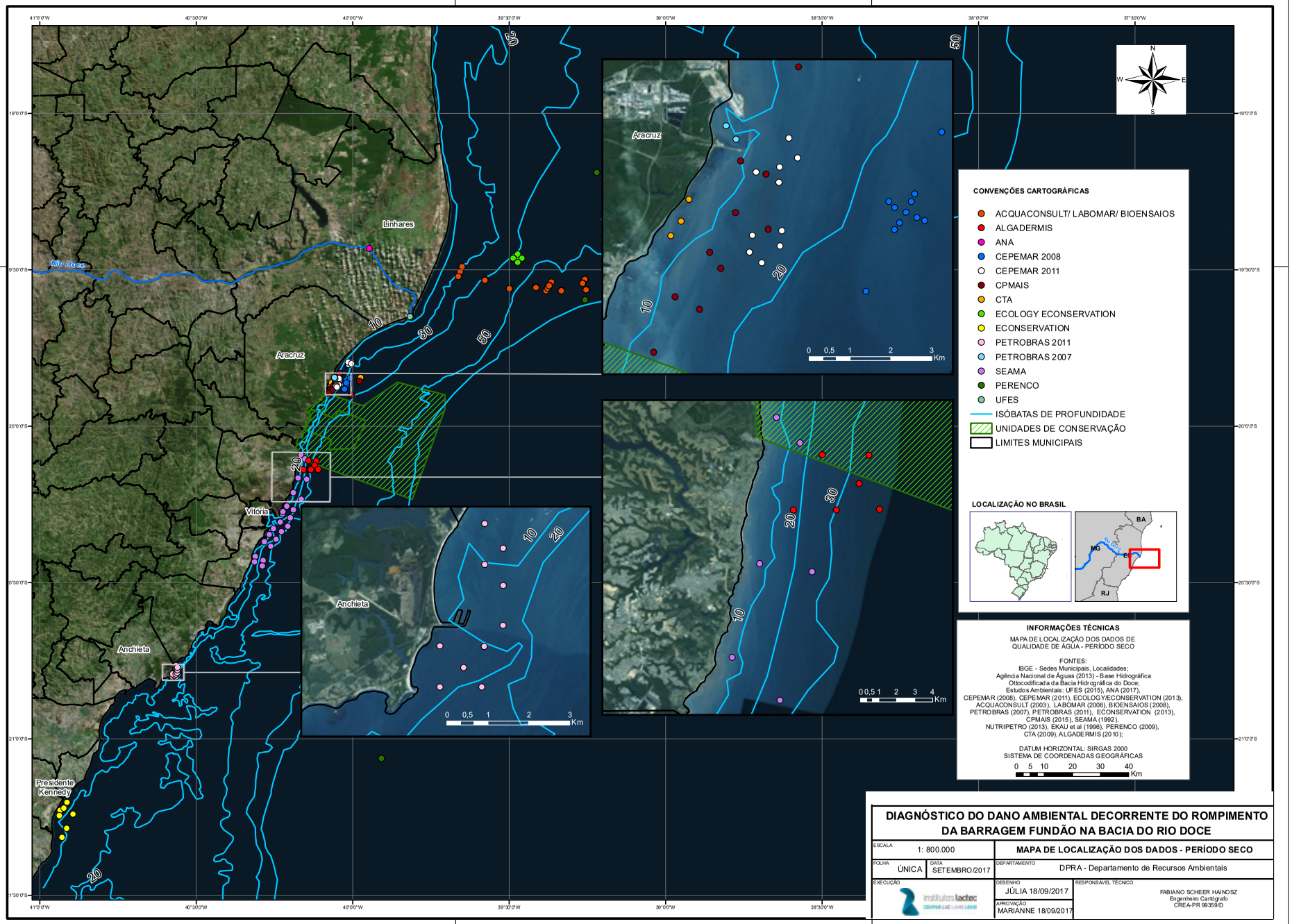
APÊNDICE A – LOCALIZAÇÃO DOS DADOS DISPONÍVEIS DURANTE A ESTAÇÃO CHUVOSA



DIAGNÓSTICO DO DANO AMBIENTAL DECORRENTE DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM FUNDÃO NA BACIA DO RIO DOCE

ESCALA: 1: 800.000		**MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DADOS - PERÍODO CHUVOSO**
FOLHA: ÚNICA	DATA: SETEMBRO/2017	DEPARTAMENTO: DPRA - Departamento de Recursos Ambientais
EXECUÇÃO: institutos lactec	DESENHO: JÚLIA 18/09/2017 APROVAÇÃO: MARIANNE 18/09/2017	RESPONSÁVEL TÉCNICO: FABIANO SCHEER HAINOSZ Engenheiro Cartógrafo CREA-PR 99359/D

APÊNDICE B – LOCALIZAÇÃO DOS DADOS DISPONÍVEIS DURANTE A ESTAÇÃO SECA


Linhares
Rio Doce
Aracruz
Vitória
Anchieta
Presidente Kennedy
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
ACQUACONSULT/ LABOMAR/ BIOENSAIOS
ALGADERMIS
ANA
CEPEMAR 2008
CEPEMAR 2011
CPMAIS
CTA
ECOLOGY ECONSERVATION
ECONSERVATION
PETROBRAS 2011
PETROBRAS 2007
SEAMA
PERENCO
UFES
ISÓBATAS DE PROFUNDIDADE
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO
LIMITES MUNICIPAIS
LOCALIZAÇÃO NO BRASIL
BA
MG
ES
RJ
INFORMAÇÕES TÉCNICAS
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA - PERÍODO SECO
FONTES:
IBGE - Sedes Municipais, Localidades;
Agência Nacional de Águas (2013) - Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia Hidrográfica do Doce;
Estudos Ambientais: UFES (2015), ANA (2017), CEPEMAR (2008), CEPEMAR (2011), ECOLOGYECONSERVATION (2013), ACQUACONSULT (2003), LABOMAR (2008), BIOENSAIOS (2008), PETROBRAS (2007), PETROBRAS (2011), ECONSERVATION (2013), CPMAIS (2015), SEAMA (1992), NUTRIPETRO (2013), EKAU et al (1996), PERENCO (2009), CTA (2009), ALGADERMIS (2010);
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
0 5 10 20 30 40 Km
DIAGNÓSTICO DO DANO AMBIENTAL DECORRENTE DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM FUNDÃO NA BACIA DO RIO DOCE
ESCALA 1: 800.000
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS DADOS - PERÍODO SECO
FOLHA ÚNICA
DATA SETEMBRO/2017
DEPARTAMENTO DPRA - Departamento de Recursos Ambientais
EXECUÇÃO
DESENHO JÚLIA 18/09/2017
APROVAÇÃO MARIANNE 18/09/2017
RESPONSÁVEL TÉCNICO
FABIANO SCHEER HAINOSZ
Engenheiro Cartógrafo
CREA-PR 99359/D

institutos lactec
INOVADORES POR NATUREZA

www.institutoslactec.org.br

CONTATO

Leonardo Pussieldi Bastos
Divisão de Meio Ambiente
T + 55 (41) 3361-6882
leonardo.bastos@lactec.org.br

Rodovia BR-116, km 98, nº 8.813 | Jardim das Américas | CEP: 81531-980 | Curitiba – Paraná – Brasil