

Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m

Luiz Fernando Loureiro Fernandes
Luís Parente Maia
Francisco Gleidson da Costa Gastão
(Organizadores)



Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m

Luiz Fernando Loureiro Fernandes
Luís Parente Maia
Francisco Gleidson da Costa Gastão
(Organizadores)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Estudo detalhado do leito oceânico no interior do RVS de Santa Cruz, APA
Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m**

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Luiz Fernando Loureiro Fernandes
Luís Parente Maia
Francisco Gleidson da Costa Gastão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82 Estudo detalhado do leito oceânico no interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m / Organizadores Luiz Fernando Loureiro Fernandes, Luís Parente Maia, Francisco Gleidson da Costa Gastão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-098-5

DOI 10.22533/at.ed.985210521

1. Manejo. 2. Conservação. 3. Biodiversidade marinha. 4. Proteção ambiental. I. Fernandes, Luiz Fernando Loureiro (Organizador). II. Maia, Luís Parente (Organizador). III. Gastão, Francisco Gleidson da Costa (Organizador). IV. Título.

CDD 574.5

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

O presente estudo buscou o reconhecimento das características geológicas e biológicas da área da APA Costa das Algas incluindo a porção da RVS de Santa Cruz e entorno imediato de 2.000 metros, levando em consideração a complexidade natural do ambiente. O estudo priorizou os aspectos geológicos (mapeamento do relevo, distribuição de sedimentos, caracterização textural e composição) e biológicos (comunidades bentônicas e demersais) considerando os diferentes habitats. Deste modo, o estudo contribuiu para o melhor entendimento da complexidade física dos habitats, de forma que auxiliou na compreensão da estrutura e dinâmica dessa margem continental, e visou dar subsídios para um melhor processo do manejo, conservação e uso sustentável da biodiversidade marinha na área de proteção ambiental.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A CRIAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO APA COSTA DAS ALGAS E RVS DE SANTA CRUZ

Roberto Sforza
Luiz Fernando Loureiro Fernandes
Luís Parente Maia
Mauro César Pinto Nascimento
Alice Barboza Gobira

DOI 10.22533/at.ed.9852105211

CAPÍTULO 2..... 7

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA – CLIMA, FISIOGRAFIA, OCEANOGRAFIA, VEGETAÇÃO

Francisco Gleidson da Costa Gastão
Diego Bezerra de Melo e Silva
Aline Soares Campos
Luís Parente Maia

DOI 10.22533/at.ed.9852105212

CAPÍTULO 3..... 37

A REGIÃO DE PREAMAR ATÉ DEZ METROS

Francisco Gleidson da Costa Gastão
Sérgio Bezerra Lima Júnior
Luís Parente Maia

DOI 10.22533/at.ed.9852105213

CAPÍTULO 4..... 51

OS FÁCIAS E FEIÇÕES SUBMARINAS

Luís Parente Maia
Francisco Gleidson da Costa Gastão
Pedro Bastos de Macedo Caneiro
Caroline Vieira Feitosa

DOI 10.22533/at.ed.9852105214

CAPÍTULO 5..... 84

A CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA

Francisco Gleidson da Costa Gastão
Luís Parente Maia
Francisco Hiran Farias Costa
Luiz Fernando Loureiro Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.9852105215

CAPÍTULO 6	108
OS ORGANISMOS BENTÔNICOS DA PLATAFORMA - ARRASTOS E DRAGAGENS	
Luís Ernesto Arruda Bezerra	
Helena Matthews-Cascon	
Luís Parente Maia	
Luiz Fernando Loureiro Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.9852105216	
CAPÍTULO 7	125
A DELIMITAÇÃO DOS <i>HABITATS</i> – MAPA	
Luiz Parente Maia	
Francisco Gleidson da Costa Gastão	
Luiz Fernando Loureiro Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.9852105217	
CAPÍTULO 8	154
CARACTERIZAÇÃO DAS ALGAS LAMINÁRIAS E OUTROS ELEMENTOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS – LEVANTAMENTO DE IMAGENS COM ROV	
Luiz Fernando Loureiro Fernandes	
Alan Marques Ribeiro	
Francisco Hiran Farias Costa	
Francisco Gleidson da Costa Gastão	
Luiz Parente Maia	
DOI 10.22533/at.ed.9852105218	
CAPÍTULO 9	212
SÍNTESE SOBRE A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA APA (ÁREA DE PROTEÇÃO) E RVS (REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE), PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES	
Luiz Fernando Loureiro Fernandes	
Luiz Parente Maia	
Cláudio Antônio Leal	
Mauro César Pinto Nascimento	
Alice Barboza Gobira	
DOI 10.22533/at.ed.9852105219	
SOBRE OS ORGANIZADORES	226

A CRIAÇÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO APA COSTA DAS ALGAS E RVS DE SANTA CRUZ

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Roberto Sforza

Instituto Chico Mendes de Conservação da
Biodiversidade (ICMBio)
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/0275630136552061>

Luiz Fernando Loureiro Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
de Ciências Humanas e Naturais, Departamento
de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9962754750741990>

Luís Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de
Ciências do Mar da Universidade Federal do
Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

Mauro César Pinto Nascimento

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Unidade
Operacional do Espírito Santo (UO-ES) /SMS/
MA
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/1809792128699135>

Alice Barboza Gobira

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Unidade
Operacional do Espírito Santo (UO-ES) /SMS/
MA
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/7677822420555718>

RESUMO: A criação de áreas protegidas é um

instrumento utilizado em vários países com o objetivo de preservar áreas ecologicamente importantes. No Brasil, a criação de Unidades de Conservação (UCs) são reguladas pela Lei 9.985, de 18 de julho de 2000. Os principais propósitos que norteiam a criação dessas áreas são: proteção de *habitats* e da biodiversidade. Apesar do Espírito Santo possuir cerca de 400 km de linha de costa juntamente com ilhas e bancos oceânicos que se estendem até 1.200 km do continente, até 2009 não possuía nenhuma Unidade de Conservação exclusivamente marinha. Em 18 de junho de 2010 foram criadas a APA – Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e o RVS – Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz devido ao fato dessas áreas apresentarem uma grande variedade de fisionomias do relevo submarino, além da ocorrência da grande variedade de macroalgas marinhas, incluindo as laminárias, que servem de substrato, abrigo e alimentação para a diversificada fauna na região.

PALAVRAS-CHAVE: APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, Unidades de Conservação, macroalgas marinhas.

THE CREATION OF THE CONSERVATION UNITS COSTA DAS ALGAS EPA AND SANTA CRUZ WLR

ABSTRACT: The creation of protected areas is an instrument used in several countries in order to preserve ecologically important areas. In Brazil, the creation of Conservation Units (UCs) are regulated by Law 9,985, of July 18, 2000. The main purposes that guide the creation of these areas are: protection of habitats and biodiversity. Although Espírito Santo has about 400 km of coastline along with islands and ocean banks that extend up to 1,200 km from the continent, until 2009 it did not

have any exclusively Marine Conservation Unit. On June 18, 2010, APA - Costa das Algas Environmental Protection Area and RVS - Refuge of Wild Life of Santa Cruz were created due to the fact that these areas present a wide variety of undersea relief physiognomies, in addition to the occurrence of a great variety of marine macroalgae, including laminaria, which serve as substrate, shelter and food for the diverse fauna in the region.

KEYWORDS: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, Conservation Units, marine macroalgae.

Um dos instrumentos utilizados em diversos países com o intuito de preservar áreas ecologicamente importantes é a criação de áreas protegidas. Com efeito, a legislação brasileira prevê a criação de variadas categorias de Unidades de Conservação (UC), de acordo com a Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (MMA, 2000). No âmbito internacional, a IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources) definiu Área Marinha Protegida como sendo “qualquer área terrestre intermareal ou submareal, juntamente com sua água circundante e suas características históricas e culturais, além de sua fauna e flora associados, que estejam protegidos por lei ou por outro meio efetivo de proteger parte ou todo o ambiente”.

Dois propósitos principais norteiam a criação dessas áreas: proteção de *habitats* e da biodiversidade, e colaboração com o manejo sustentável da pesca por meio da exportação da biomassa. Com a proteção dos *habitats*, as áreas marinhas protegidas asseguram o processo vital de suporte da vida nos oceanos, incluindo fotossíntese e produção primária, manutenção da cadeia alimentar, movimento dos nutrientes e conservação da diversidade biológica e da produtividade (KELLEHER, 1999).

No Brasil, o cuidado com a proteção dos ambientes insulares começou há mais de 40 anos. Hoje, as UC's estão distribuídas por todo o litoral brasileiro e abrangem algumas ilhas oceânicas, com distintas categorias de manejo (PRATES & PEREIRA, 2000).

O Estado do Espírito Santo possui cerca de 400 km de linha de costa, juntamente com ilhas e bancos oceânicos que se estendem até 1.200 km do Continente. Até 2009, contudo, não possuía nenhuma Unidade de Conservação exclusivamente marinha, somente a Área de Proteção Ambiental de Setiba, criada em 1994, nos Municípios de Vila Velha e Guarapari, a qual engloba áreas marinhas em uma borda de seu território (APA de Três Ilhas). Com amparo na iniciativa da sociedade civil por meio de ONGs, associações comunitárias, representantes do setor pesqueiro e moradores, foram instituídos, por decreto federal, a APA – Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e o RVS – Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz, em 18 de junho de 2010.

Com uma área de aproximadamente 114.931ha, a APA Costa das Algas abrange a Plataforma Continental na região confrontante aos Municípios de Serra, Fundão e Aracruz, no Estado do Espírito Santo, entre as localidades de Costa Bela – Jacaraípe, no Município de Serra e Barra do Riacho, no Município de Aracruz, desde a linha de costa até a base do talude em profundidades aproximadas de 700m. O RVS de Santa Cruz com aproximadamente 17.741ha, abrange a Plataforma até profundidades aproximadas de 45 m. A UC alcança a faixa costeira no trecho situado entre a foz do Rio Preto, limite

dos Municípios de Fundão e Aracruz, até a foz do Rio Piraque-Açu, na localidade de Santa Cruz, sede do Distrito de mesmo nome no Município de Aracruz, excetuando-se os trechos da orla marítima das localidades de Praia Formosa e Itaparica, no Distrito de Santa Cruz.

A criação da APA Costa das Algas e do RVS de Santa Cruz decorreu, principalmente, do fato de essas áreas configurarem uma região com grande variedade de fisionomias do relevo submarino e ocorrência predominante de sedimentos biotróficos e biolitolásticos e, também, de couraças lateríticas e sedimentos litoclásticos; além da ocorrência de grande variedade de macroalgas marinhas, calcárias e não calcárias, incrustantes e articuladas, da linha de praia até profundidades próximas aos 100 metros, no caso das laminárias, proporcionando substrato, abrigo e alimentação para a diversificada fauna bentônica, demersal e pelágica, na região (IBAMA, 2006).

As unidades de conservação federais Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre (RVS) de Santa Cruz foram criadas por Decretos Presidenciais datados de 17 de junho de 2010, publicados no Diário Oficial da União no dia 18 de junho de 2010, como resultantes de um longo processo de análise técnica e discussão com as comunidades, pescadores e empreendedores da região, envolvendo também os gestores públicos de todas as esferas e diferentes órgãos setoriais.

A importância biológica e ambiental do litoral centro-norte do Espírito Santo já era evidenciada desde a década de 1970, pelos estudos realizados por pesquisadores, principalmente do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e pelas iniciativas pioneiras de conservação e pesquisa conduzidas por Augusto Ruschi, mantidas também por seu filho André Ruschi, que foi um incansável defensor da proteção dos atributos naturais da região.

No entanto, a primeira iniciativa de proposição de criação de uma unidade de conservação na região surgiu em 1999, quando o movimento conservacionista local, liderado pelas instituições Associação de Amigos do Piraque-açu (AMIP), Estação Biologia Marinha Ruschi (EBMAR) e Instituto Orca, questionou a emissão de licenças ambientais para a realização de atividades de exploração de calcário biotrófico marinho, apresentando ao IBAMA no ano de 2000 a proposta de criação de uma Área de Proteção Ambiental, abrangendo a região marinha confrontante aos municípios de Fundão, Aracruz e parte sul do município de Linhares.

Esta iniciativa resultou em intensos debates na sociedade local, quanto aos seus benefícios e possíveis implicações sociais e econômicas, envolvendo as instituições ambientalistas, moradores, lideranças indígenas e do setor pesqueiro, contando também com o apoio da Associação de Empresas de Turismo de Aracruz (AETA), que ampliou o debate com as lideranças políticas e empresariais da região e do estado do Espírito Santo.

A evolução destes debates levou à formulação de uma nova proposta de unidade de conservação marinha. Assim, no dia 27 de novembro de 2002 foi protocolado junto ao IBAMA, tendo por signatárias 23 instituições da sociedade civil, o projeto solicitando a criação do Parque Nacional Marinho de Santa Cruz, abrangendo a porção marinha e costeira do município de Aracruz, contemplando também uma zona de amortecimento que se estendia desde Praia Grande, no município de Fundão, até a foz do rio Doce, em Regência, município de Linhares.

Esta proposta foi motivada pela significativa diversidade biológica da região, particularmente quanto à riqueza de algas calcárias e fauna bentônica associada, pelo conflito entre a atividade pesqueira de subsistência e de pequena escala das comunidades da região e a pesca mecanizada e de escala industrial e pelo risco de degradação ambiental decorrente da exploração mecanizada e em larga escala dos sedimentos biodetríticos e nódulos de algas calcárias, com processos de licenciamento junto ao IBAMA e IEMA.

Considerando os diversos questionamentos e manifestações favoráveis e contrários à proposta de criação do Parque Nacional, que mobilizavam a atenção da sociedade local, foi instituída pelo IBAMA a Comissão de Acompanhamento da Proposta de Criação do Parque Nacional Marinho de Santa Cruz, composta paritariamente por representantes dos órgãos públicos, do setor empresarial, do setor pesqueiro e da sociedade civil, cujos debates abordaram os objetivos, justificativas e benefícios da criação do Parque Nacional, os estudos necessários para a criação de uma unidade de conservação marinha e os possíveis conflitos com as atividades pesqueiras, industriais, portuárias, petrolíferas e minerárias.

Os debates acalorados sobre a criação do Parque Nacional Marinho de Santa Cruz, incluindo notas e editoriais na imprensa estadual e envolvendo diversas instituições, levaram à realização de uma Audiência Pública na Assembleia Legislativa do ES, em 10 de dezembro de 2003, com a presença de representantes dos diversos segmentos da sociedade.

Com os resultados destes estudos técnicos, análises de conflitos, consultas e reuniões realizadas com os diferentes segmentos da sociedade, ao longo dos anos de 2003 a 2005, o IBAMA consolidou o entendimento de que a criação de unidades de conservação marinhas na região estudada era plenamente justificada e oportuna. Contudo, a proposta original de criação de um Parque Nacional marinho foi reconsiderada, tendo em vista não ser a categoria mais adequada para as características e condições locais, frente aos objetivos de conservação identificados e levando em consideração os usos e potenciais de exploração sustentável dos recursos naturais, bem como as atividades industriais e portuárias que já apresentavam um histórico de desenvolvimento na região.

A partir destas premissas, o IBAMA elaborou a proposta técnica de criação de duas unidades de conservação: o Refúgio de Vida Silvestre (RVS) de Santa Cruz, unidade do grupo de proteção integral, com o objetivo prioritário de proteção da biodiversidade costeira e marinha e recomposição dos recursos biológicos da região; e a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas, unidade do grupo de uso sustentável, com o objetivo complementar de estabelecer mecanismos de planejamento e gestão do uso dos recursos naturais, dos recursos pesqueiros e da ocupação da faixa da orla, necessários para se garantir a conservação da biodiversidade e o uso sustentável das unidades.

Esta proposta técnica do IBAMA foi então levada à Consulta Pública para criação da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, realizada no dia 05 de outubro de 2005 no Centro de Turismo de Praia Formosa – SESC Praia Formosa, Santa Cruz/Aracruz-ES, que contou com aproximadamente 650 participantes dos diferentes segmentos sociais, econômicos, políticos e de órgãos governamentais. Após a Consulta Pública, foram encaminhadas ao IBAMA cerca de 30

(trinta) manifestações de apoio à criação da APA Costa das Algas e do RVS de Santa Cruz, de instituições da sociedade civil do Espírito Santo e do sul da Bahia.

Ainda após a Consulta Pública, novos debates com as lideranças do setor pesqueiro e a realização de uma vistoria embarcada conjunta, proporcionaram os elementos complementares para a realização de novos ajustes nos limites do RVS, que garantiram que áreas importantes de pesca para os diferentes recursos ficassem localizadas na APA, permitindo a exploração sustentável, sem perda de representatividade na área do RVS dos diferentes tipos de habitats, como amostra representativa da biodiversidade regional.

Com base nos resultados da Consulta Pública e entendimentos posteriores com o setor pesqueiro, o IBAMA consolidou, em março de 2006, a proposta técnica final para a criação da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, encaminhando-a ao Ministério do Meio Ambiente para as tratativas junto à Casa Civil da Presidência da República, para a efetiva criação das unidades.

Entre 2006 e o início de 2010 a proposta de criação das unidades tramitou no Ministério do Meio Ambiente, que efetuou consultas aos diferentes Ministérios com interfaces no tema, bem como ao governo do estado do Espírito Santo, visando colher o apoio e contribuições para o processo de criação. Neste interim, mais especificamente no dia 28 de agosto de 2007, foi criado o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, que passou a responder pela criação, implantação e gestão das unidades de conservação federais, incluindo as providências técnicas e administrativas relativas à proposta de criação da APA e do RVS.

Um fato relevante no curso do processo de criação destas unidades de conservação, foi o licenciamento ambiental do Estaleiro Jurong Aracruz, ocorrido entre 2009 e o início de 2010, que evidenciou a sobreposição de áreas pretendidas para a implantação do empreendimento com parte da área indicada para a criação da APA Costa das Algas.

Com a evolução dos entendimentos entre o Ministério do Meio Ambiente e o governo do Estado do Espírito Santo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEAMA/ES, com a revisão dos limites, áreas e diretrizes de uso, passando por novas interlocuções com representantes do setor empresarial, do setor pesqueiro e das Prefeituras Municipais de Serra, Fundão e Aracruz, foi alcançado um alinhamento de esforços para viabilizar a criação das unidades de conservação, considerando a relevância ambiental da área e a necessidade apresentada pela SEAMA/ES de compensar as perdas ambientais irreversíveis, decorrentes da implantação do estaleiro Jurong do Brasil em Aracruz.

Esta convergência de entendimentos resultou na proposta final de criação das unidades de conservação, que, após os tramites administrativos finais, foi efetivada pela publicação no Diário Oficial da União, no dia 18 de junho de 2010, dos Decretos Presidenciais de criação da APA Costa das Algas, abrangendo uma superfície de 114.931 hectares e do RVS de Santa Cruz, com área de 17.741 hectares, ambas com cerca de 99 por cento do território no ambiente marinho.

Hoje, com a elaboração do Plano de Manejo da APA Costa das Algas e do RVS de Santa Cruz, o estudo detalhado do leito oceânico, realizado pela equipe de pesquisadores da FUCAM em atendimento ao processo de licenciamento ambiental do Gasoduto Sul Norte Capixaba, da Petrobras, veio proporcionar elementos técnicos e científicos

importantíssimos para o planejamento e gestão das unidades, consolidando a estratégia de convivência entre a conservação da natureza e o uso sustentável dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatório Final da Proposta de Criação das Unidades de Conservação “Área de Proteção Ambiental Costa das Algas” e “Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz” na Faixa Costeira dos Municípios da Serra, Fundão e Aracruz e Região Marinha Confrontante, Estado do Espírito Santo**. Vitória-ES. MMA/Gerência Executiva do IBAMA no Estado do Espírito Santo, 2006.

KELLEHER, G. **Guidelines for Marine Protected Areas**. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. XXIV, 107p. 1999.

BRASIL - MMA (Ministério do Meio Ambiente) - SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação). MMA, SNUC, Brasília. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf>. 2000.

PRATES, A. P. L., PEREIRA, P. M. Representatividade das Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas: Análise e Sugestões. II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais**. Campo Grande: Rede Nacional Pró-Unidades de Conservação: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 2000.

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA – CLIMA, FÍSIOGRAFIA, OCEANOGRAFIA, VEGETAÇÃO

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Francisco Gleidson da Costa Gastão

Universidade Federal do Ceará (UFC). Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Laboratório de Dinâmica Costeira (Labdic)
Fortaleza - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4638493810134754>

Diego Bezerra de Melo e Silva

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/5144766211304921>

Aline Soares Campos

Universidade Estadual do Ceará – Grupo de Estudos em Educação Física Escolar - GEPEFE;
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/3316291257184974>

Luís Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

RESUMO: A APA Costa das Algas abrange a Plataforma Continental na região confrontante aos Municípios de Serra, Fundão e Aracruz, no Estado do Espírito Santo. O RVS de Santa Cruz está situado nos municípios de Fundão e Aracruz. A compilação de informações sobre os assuntos descritos neste capítulo foi procedida com base em busca bibliográfica, cadastradas

nas plataformas de pesquisa, situadas em diversos sites da rede mundial de computadores. O Estado do Espírito Santo caracteriza-se por um clima tropical úmido, com temperaturas médias anuais elevadas (23°C) durante boa parte do ano. Os Municípios de Aracruz, Fundão e Serra, correspondentes à zona costeira adjacente às Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, estão inseridos no Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares. O regime de marés do litoral do Estado do Espírito Santo está compreendido no sistema de marés semidiurna, com amplitude inferior a dois metros e duas oscilações diárias e médias em torno de 1,4m. O clima de ondas oceânicas é influenciado pelos sistemas atmosféricos de costa leste do Brasil, predominando ondas de E. O Estado do Espírito Santo possuía toda sua superfície coberta por mata atlântica, composta por formações pioneiras, floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila densa e refúgio ecológico. Na plataforma continental existe uma grande riqueza de flora bentônica atribuída às condições de temperatura e ao tipo de substrato do fundo marinho. As informações referentes à área *onshore*, compõem um acervo de dados bem maior, quando comparadas aos indicadores referentes à área *offshore* que corresponde às Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz.

PALAVRAS-CHAVE: APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, clima, fisiografia, oceanografia, vegetação.

GENERAL CHARACTERIZATION OF THE AREA - CLIMATE, PHYSIOGRAPHY, OCEANOGRAPHY, VEGETATION

ABSTRACT: The Costa das Algas EPA covers the Continental Shelf in the region facing the

Municipalities of Serra, Fundão and Aracruz, in the State of Espírito Santo. The Santa Cruz WLR is located in the municipalities of Fundão and Aracruz. The compilation of information on the subjects described in this chapter was based on a bibliographic search, registered on the research platforms, located on various sites on the world wide web. The State of Espírito Santo is characterized by a humid tropical climate, with high average annual temperatures (23°C) for much of the year. The Municipalities of Aracruz, Fundão and Serra, corresponding to the coastal zone adjacent to the Conservation Units EPA Costa das Algas and Santa Cruz WLR, are part of the Morphostructural Domain of Sedimentary Deposits. The tidal regime of the coast of the State of Espírito Santo is included in the semidiurnal tide system, with an amplitude of less than two meters and two daily and average oscillations around 1.4m. The climate of oceanic waves is influenced by atmospheric systems on the east coast of Brazil, predominantly E waves. The state of Espírito Santo had its entire surface covered by Atlantic forest, composed of pioneer formations, semideciduous seasonal forest, open rainforest, ombrophilous forest dense and ecological refuge. On the continental shelf there is a great wealth of benthic flora attributed to the temperature conditions and the type of substrate of the seabed. The information referring to the onshore area, compose a much larger data collection, when compared to the indicators referring to the offshore area that corresponds to the Conservation Units EPA Costa das Algas and WLR in Santa Cruz.

KEYWORDS: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, climate, physiography, oceanography, vegetation.

INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo, até o ano de 2009, não possuía nenhuma Unidade de Conservação exclusivamente marinha, somente a Área de Proteção Ambiental de Setiba, criada em 1994, nos Municípios de Vila Velha e Guarapari, a qual engloba áreas marinhas em uma borda de seu território (APA de Três Ilhas). Em razão da ocorrência de iniciativa da sociedade civil por meio de ONGs, associações comunitárias, representantes do setor pesqueiro e moradores, foram instituídos, por decreto federal, em 18 de junho de 2010, as Unidades de Conservação (UCs) APA Costa das Algas e o RVS de Santa Cruz. No caso da área em estudo, a categoria de UC de uso sustentável mais adequada para tornar possível a realização dos objetivos de conservação é a Área de Proteção Ambiental APA, pois permite o estabelecimento de mecanismos de planejamento e gestão do uso dos recursos pesqueiros e da ocupação da faixa da orla, necessários para que se garanta a conservação da biodiversidade e o uso sustentável.

A APA Costa das Algas abrange a Plataforma Continental na região confrontante aos Municípios de Serra, Fundão e Aracruz (Figura 1), no Estado do Espírito Santo. Esta UC é predominantemente marinha, o que reduz as limitações enfrentadas por esta categoria na conservação de áreas terrestres, quase sempre situadas em propriedades privadas. Nas áreas marinhas a jurisdição sobre o território e sobre os recursos naturais é da União, inexistindo os conflitos sobre a propriedade do espaço territorial. Os conflitos, nesta área, são pelo uso comum ou exclusivo dos recursos naturais, que ocorrem sob a normatização e licenciamento do Estado, o que favorece a gestão da UC. A APA permite ainda o estabelecimento de mecanismos de gestão participativa da pesca e do uso de recursos naturais, por meio do Conselho da UC e Câmaras Setoriais de apoio.

Estudos relatam que boa parte dos sedimentos litoclásticos na plataforma continental correspondente às UCs é oriunda do Rio Doce, sistema fluvial também responsável pela descarga do material de rejeito na pluma de dispersão proveniente do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana-Minas Gerais, ocorrido no dia 5 de novembro de 2015.

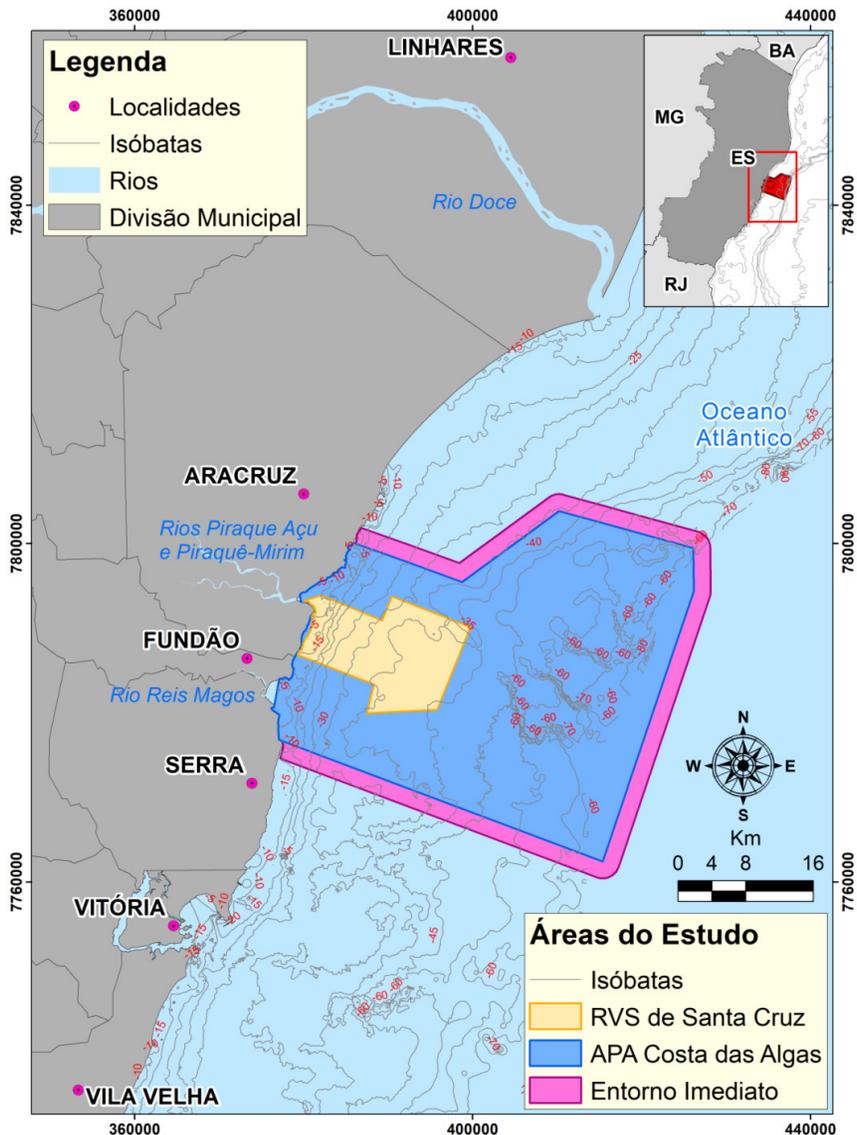


Figura 1 - Mapa de localização das áreas estudadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

METODOLOGIA

A compilação de informações sobre os assuntos descritos neste capítulo foi

procedida com base em busca bibliográfica, cadastradas nas plataformas de pesquisa, situadas em diversos *sites* da rede mundial de computadores.

O cruzamento de informações foi a base principal para a aplicação da metodologia da demanda bibliográfica. Como informações ou elementos principais dos buscadores, foram utilizados os contextos específicos que facilitaram o cruzamento de informações, como nome de autores, assunto, período de publicação, tipo de publicação e categoria. Dentre estes os que ofereceram um maior número de referências cruzadas foram os assuntos e os nomes de autores.

Traina e Trainar Jr. (2009) assinalam que as ferramentas de busca são divididas em buscadores genéricos - como *Google, Yahoo*, entre outros. Buscadores específicos, para eles, são o portal Capes, a plataforma Springer Link, SciELO, entre outros.

Uma lista de palavras-chave, referente às informações (nome de autores, assunto, período de publicação, tipo de publicação e categoria) foi criada, segundo a metodologia proposta por Traina e Trainar Jr. (2009). Os autores ressaltam a importância da listagem como base para uma boa pesquisa bibliográfica. O fluxograma da metodologia (Figura 2) mostra as palavras-chave utilizadas para a busca das referências bibliográficas do trabalho sob relato.

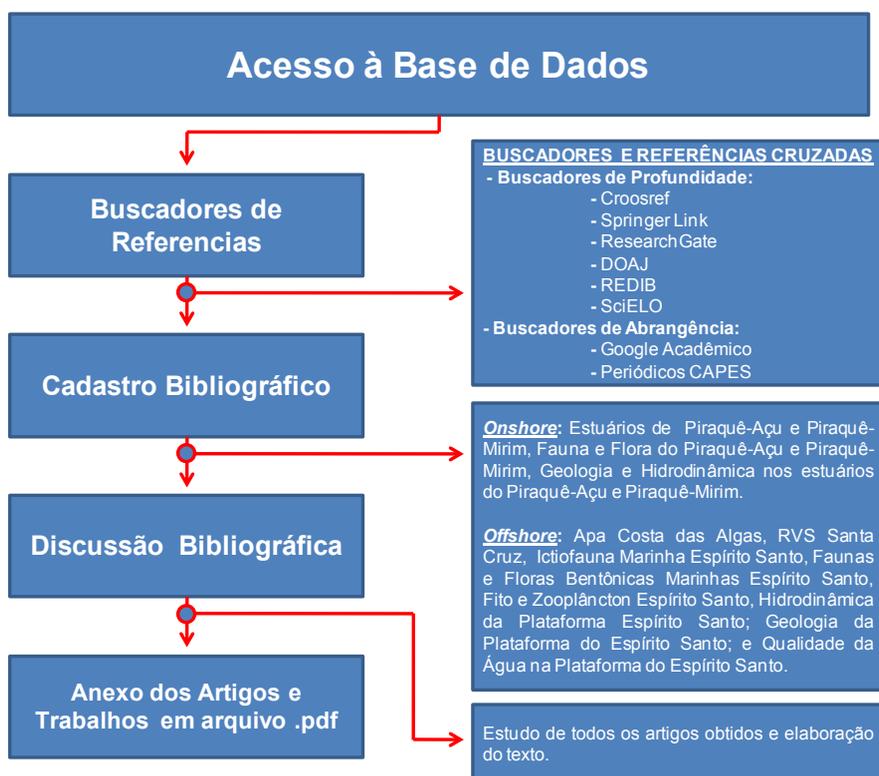


Figura 2 - Fluxograma da metodologia de busca e aplicação das referências bibliográficas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

CLIMA

O Estado do Espírito Santo está situado na região tropical e possui um clima quente e chuvoso sem existir uma estação definida. Essa Unidade federada é entendida como tendo cinco tipos de climas, de acordo com a classificação de Koppen & Geiger (1982): Am – sem período de seca; Aw – com seca no inverno; CFa – com verão quente sem estação seca; Cfb – com verão brando e sem seca; e Cwa – com verão quente e com seca no inverno. O clima predominante nos Municípios de Aracruz, Fundão e Serra é o Am, seguido pelo Aw, que marca os domínios litorâneos do Município de Serra. Mais para o leste dos municípios, os domínios climáticos predominantes são os CFa – com verão quente sem estação seca, e o Cfb – com verão brando e sem seca. Quase todo o território espírito-santense caracteriza-se por um clima tropical úmido, com temperaturas médias anuais elevadas (23°C) durante boa parte do ano.

O Espírito Santo está localizado em uma faixa intertropical das latitudes 17°52'00"S a 21°14'38"S caracterizada pelo encontro de massas de ar, e é influenciado em grande parte do ano pelos sistemas tropical atlântico e equatorial continental, que juntos ocasionam linhas de instabilidade, responsáveis por chuvas intensas no verão. A precipitação anual correspondente à faixa litorânea dos Municípios de Aracruz, Fundão e Serra, acumulando 1000 mm em média histórica.

A umidade do ar na faixa costeira situada desde a desembocadura do Rio Doce até os três municípios correspondentes às UCs varia de 77 a 84% na maior parte do ano.

Pesquisas realizadas na Bacia do Espírito Santo e norte da Bacia de Campos, dentro do perímetro *offshore* do Estado, descrevem uma temperatura do ar a dois metros da superfície do mar oscilando de 23,2°C (segundo semestre) e 27,4°C (primeiro semestre) (Figura 3), ou seja, expressa uma amplitude no ciclo anual bastante reduzido, de apenas 4,2°C em decorrência da sua localização sobre o oceano e na região tropical.

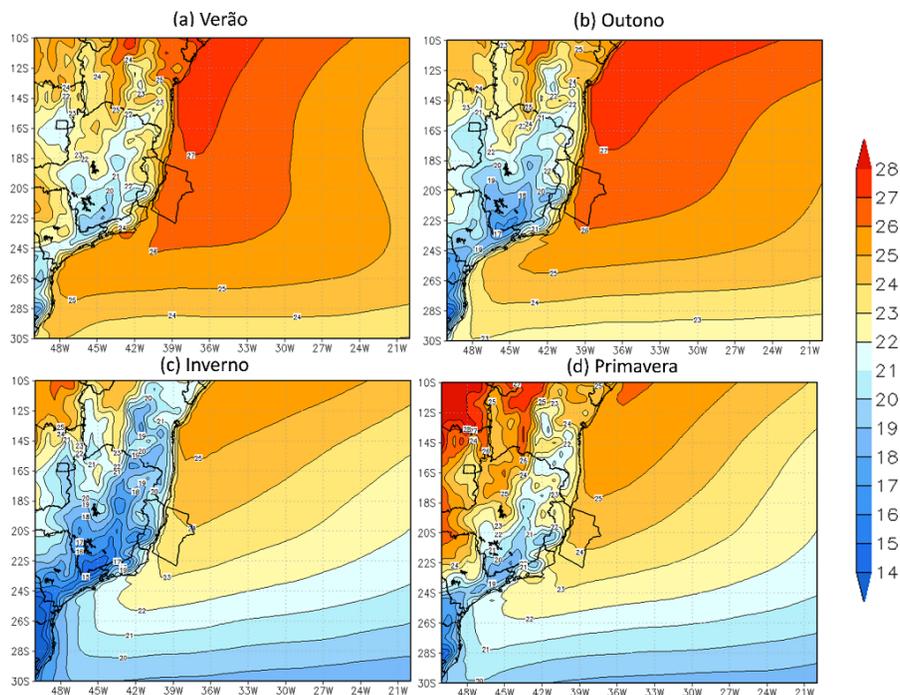


Figura 3 - Climatologia sazonal da temperatura do ar ($^{\circ}$ C) a 2 metros da superfície no período 1980-2009 elaborada a partir de CFSv1 para: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera. A região da AGES aparece em destaque sobre o oceano, a leste do Espírito Santo.

Fonte: Dereczynski et al. (2015).

Consoante as pesquisas de Dereczynski *et al.* (2015), a umidade relativa do ar a dois metros da superfície oscila entre um mínimo de 72,7% em maio e um máximo de 84,2% em dezembro. Seu ciclo diurno é caracterizado por valores mais elevados no período da noite/madrugada, com máximo em torno de 80% de 1 h a 2 h no local e uma redução que acompanha o aquecimento diurno, atingindo o mínimo de aproximadamente 76% de 13 a 14h - local.

O vento, em cerca de dez metros da superfície do mar, tem comportamento distinto entre os dois semestres do ano. No primeiro, menos intenso, possui velocidade de $5,3 \text{ m.s}^{-1}$. Já o segundo semestre é caracterizado por ventos mais intensos de velocidade $7,3 \text{ m.s}^{-1}$. A direção predominante dos ventos é de NE durante as quatro estações do ano (Figura 4), porém existem direções norte e leste em algumas situações isoladas.

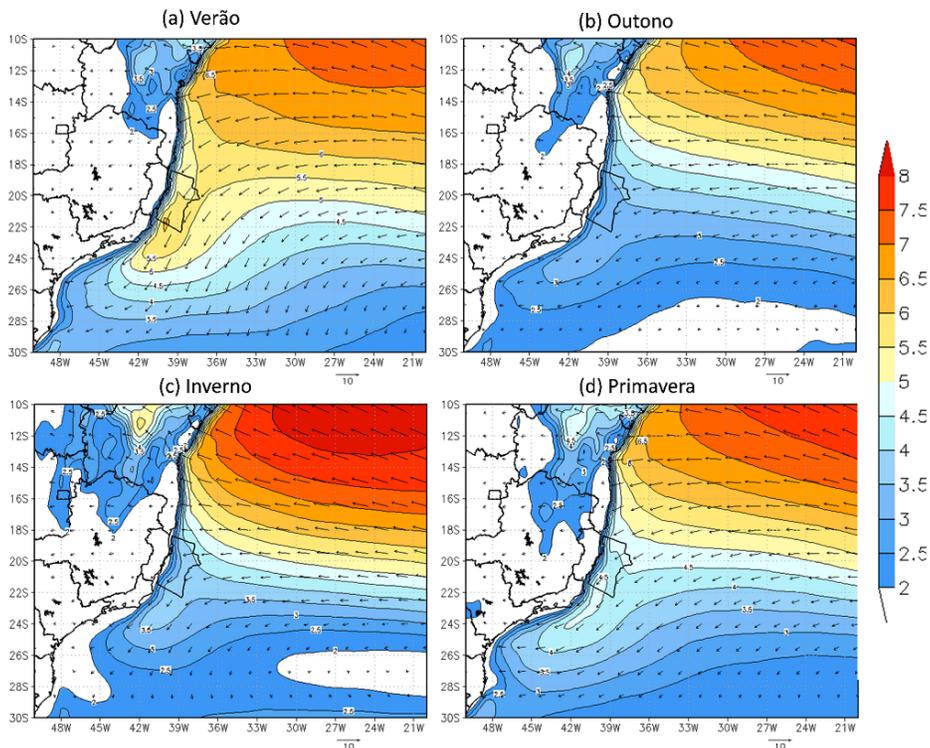


Figura 4 - Climatologia sazonal da intensidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) à 10 metros da superfície no período 1980-2009 elaborada a partir de CFSv1 para: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera. A região da AGES aparece em destaque sobre o oceano, a leste do Espírito Santo.

Fonte: Dereczynski *et al.* (2015).

FISIOGRAFIA

No perímetro *onshore*, o Estado do Espírito Santo é dividido em três domínios morfoestruturais: depósitos sedimentares, faixa de dobramentos remobilizados e os maciços plutônicos (Figuras 5 e 6).

A Faixa de Dobramento Remobilizado corresponde à maior expressão no Estado, representada pelos terrenos interioranos localizados desde o domínio da Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus (porção norte) até o domínio da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana (porção sul).

Os depósitos sedimentares, segundo maior domínio morfoestrutural do Estado, possui sua principal representação na porção norte do Estado, ocupando as áreas de domínio das bacias hidrográficas dos Rios Itaúnas e São Mateus, e parte do Rio Doce, sendo, Rio Riacho e Reis Magos, também, visualizados margeando a zona costeira em todo o Estado, entretanto, se tornando menos representativos na porção sul do Estado.

O Domínio Morfoestruturas dos Maciços Plutônicos corresponde a uma área restrita, situada na porção interiorana do Estado, em regiões de limite com Minas Gerais.

Os Municípios de Aracruz, Fundão e Serra, correspondentes à zona costeira adjacente às Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, estão inseridos no Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, composto pelos tabuleiros costeiros e as planícies costeiras, complexos deltaicos, estuarinos e praias.

As regiões definidas como planícies costeiras (planícies costeiras, estuários e praias) estão distribuídas aleatoriamente em uma faixa compreendida entre a atual linha de costa e os tabuleiros pré-litorâneos, talhados em sedimentos do Grupo Barreiras. A variação de sua fisionomia decorrer, principalmente, das distintas combinações dos agentes ambientais (correntes marinhas paralelas à linha de costa, ação fluvial e eólica) atuantes no meio.

Os tabuleiros costeiros ocorrem, basicamente, desde o sopé das elevações cristalinas representadas pelas unidades chãs pré-litorâneas, depressão marginal, patamares escalonados e baixadas litorâneas até as planícies quaternárias. São constituídos por sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras ou Grupo Barreiras.

Consoante informam Albino *et al.* (2006), o litoral compreendido entre a Barra do Riacho e Vitória é caracterizado por falésias vivas da Formação Barreiras e por praias, ora limitadas por planícies estreitas, ora precedidas pelas falésias, com tipologia dissipativa e intermediária, predominantemente de terraço de baixa-mar, em razão dos substratos sub-horizontais recobertos por concreções lateríticas na zona submersa.

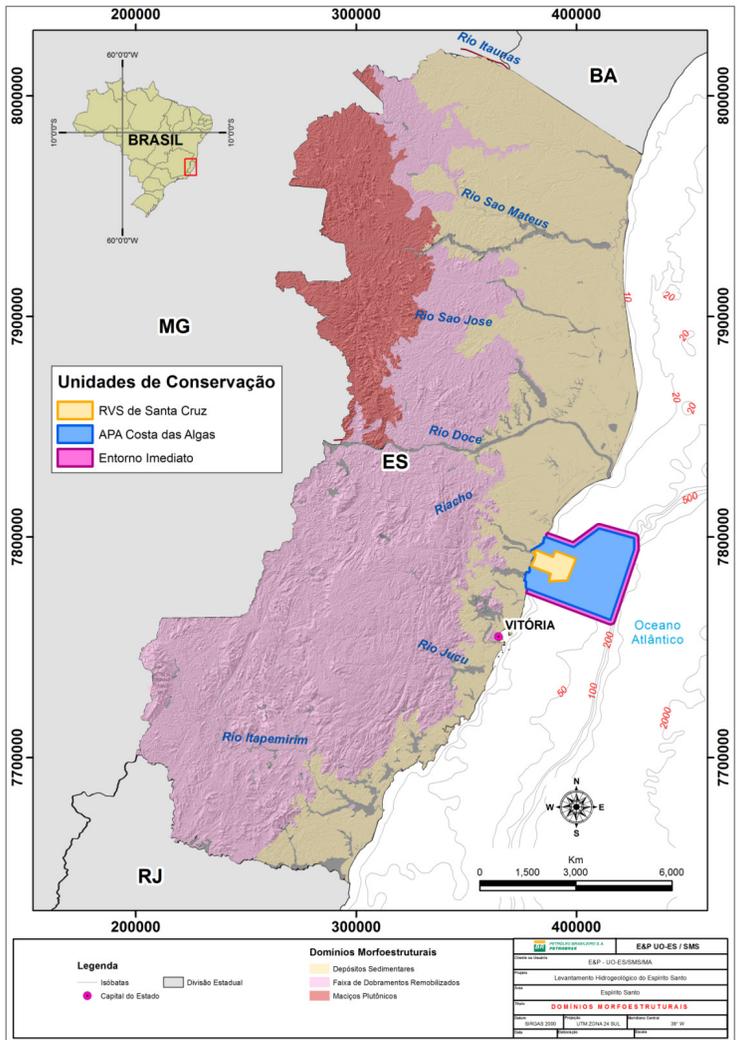


Figura 5 - Domínios morfoestruturais do Estado do Espírito Santo (ES). E áreas das Unidades de Conservação do Projeto APA Costa das Algas.

Fonte: Modificado de Petrobras (2015-1).

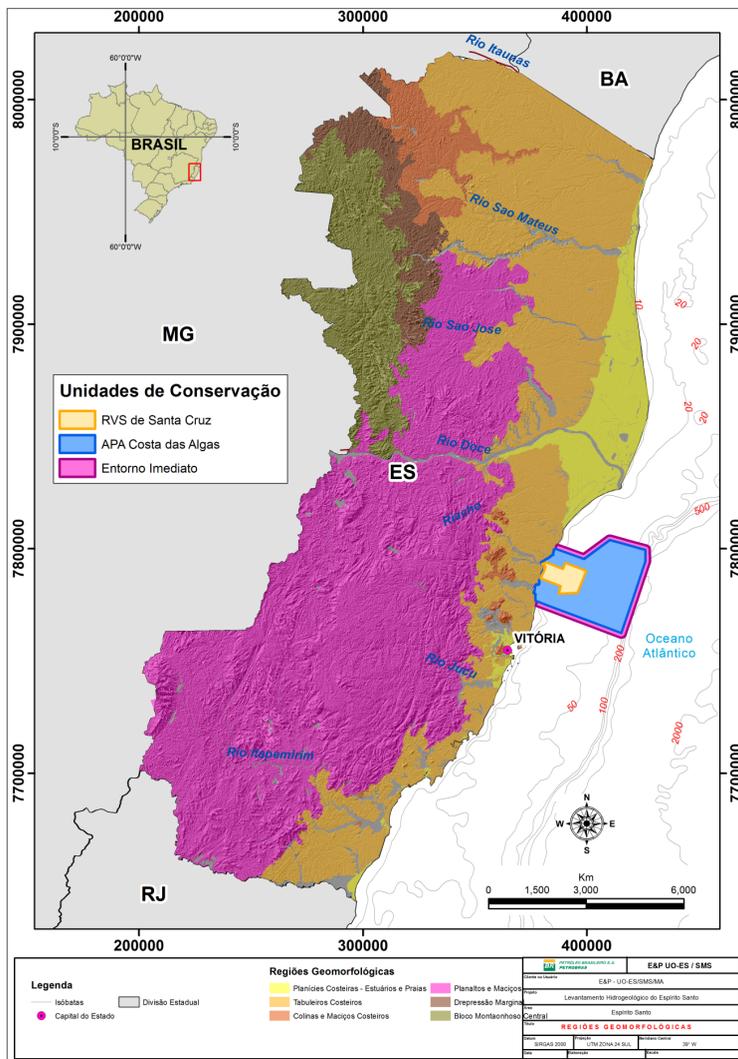


Figura 6 - Regiões geomorfológicas do Estado do Espírito Santo (ES); e áreas das Unidades de Conservação do Projeto APA Costa das Algas.

Fonte: Modificado de Petrobras (2015-1).

Segundo Da Silva *et al.* (2013), a geomorfologia estuarina é composta por uma forma 'Y' caracterizada por uma bifurcação com dois rumos distintos próximos à foz (Figura 7). O rumo sul, corresponde ao estuário do rio Piraquê-Mirim, que possui maior profundidade da lâmina d'água, em média de 5 metros. Já o rumo norte, correspondente ao estuário do rio Piraquê-Açu, possui profundidade média de 4,3 metros. Na confluência, há um acúmulo de sedimento, configurando um banco de característica lamosa. Neste ponto específico, a profundidade em maré alta é inferior a um metro. Na desembocadura, existe um banco de sedimento composto pela fração granulométrica predominante areia, e que permanece inalterado, se for alvo de interferências da corrente, ondas e marés. No início da plataforma

adjacente, existe um padrão difuso, composto de relevos positivos, representados pelas cangas lateríticas ferruginosas (Figura 8) associadas à Formação ou Grupo Barreiras.

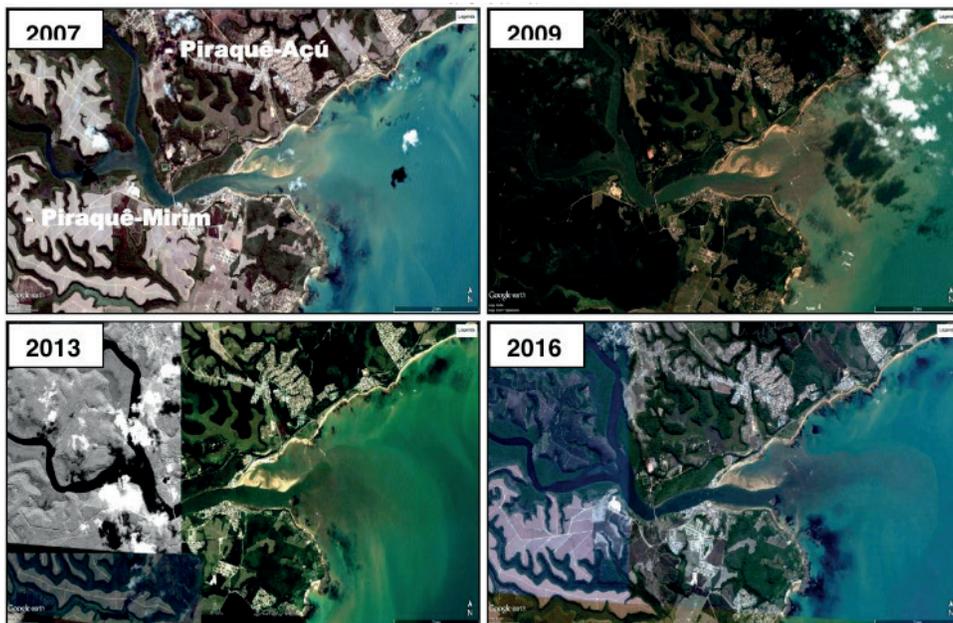


Figura 7 - Desembocadura dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim e bancos de areia vistos em maré baixa.

Fonte: Imagens de satélite do programa *Google Earth* (2017).



Figura 8 – Canga laterítica da Formação Barreiras na zona intermarés no Município de Aracruz, ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As bacias hidrográficas correspondentes aos estuários dos rios Piraquê-Açu, Piraquê-Mirim e Reis Magos, são as bacias dos Rios Riacho e Reis Magos.

A Região Hidrográfica do Rio Riacho expressa uma área de aproximadamente 2.136 km². São as seguintes as bacias componentes dessa região: Córrego Biriricas, Rio Laranjeiras, Rio Piraquê-Açu, Córrego Sauê, Córrego Barra do Sahy, Córrego Piranema e Rio Riacho. As duas maiores bacias são as dos Rios Riacho e Piraquê-Açu. Os rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim se unem, percorrendo dois quilômetros juntos, formando a foz que deságua no mar do Distrito de Santa Cruz, no Município de Aracruz (Figura 9) (<http://www2.ana.gov.br>).

O relevo no baixo curso do Rio Riacho (zona litorânea) é plano, variando de ondulado a fortemente ondulado, à medida que se afasta de sua foz, porção oeste da bacia, local correspondente ao limite entre a bacia e a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

A Bacia Hidrográfica dos Reis Magos tem uma superfície de 700 km², compreendendo terras dos Municípios de Fundão, Ibirapu, Santa Leopoldina, Santa Teresa e Serra (ES). A

nascente do rio principal está localizada na região montanhosa de Santa Teresa, ao passo que a foz fica no balneário de Nova Almeida, no Município da Serra.

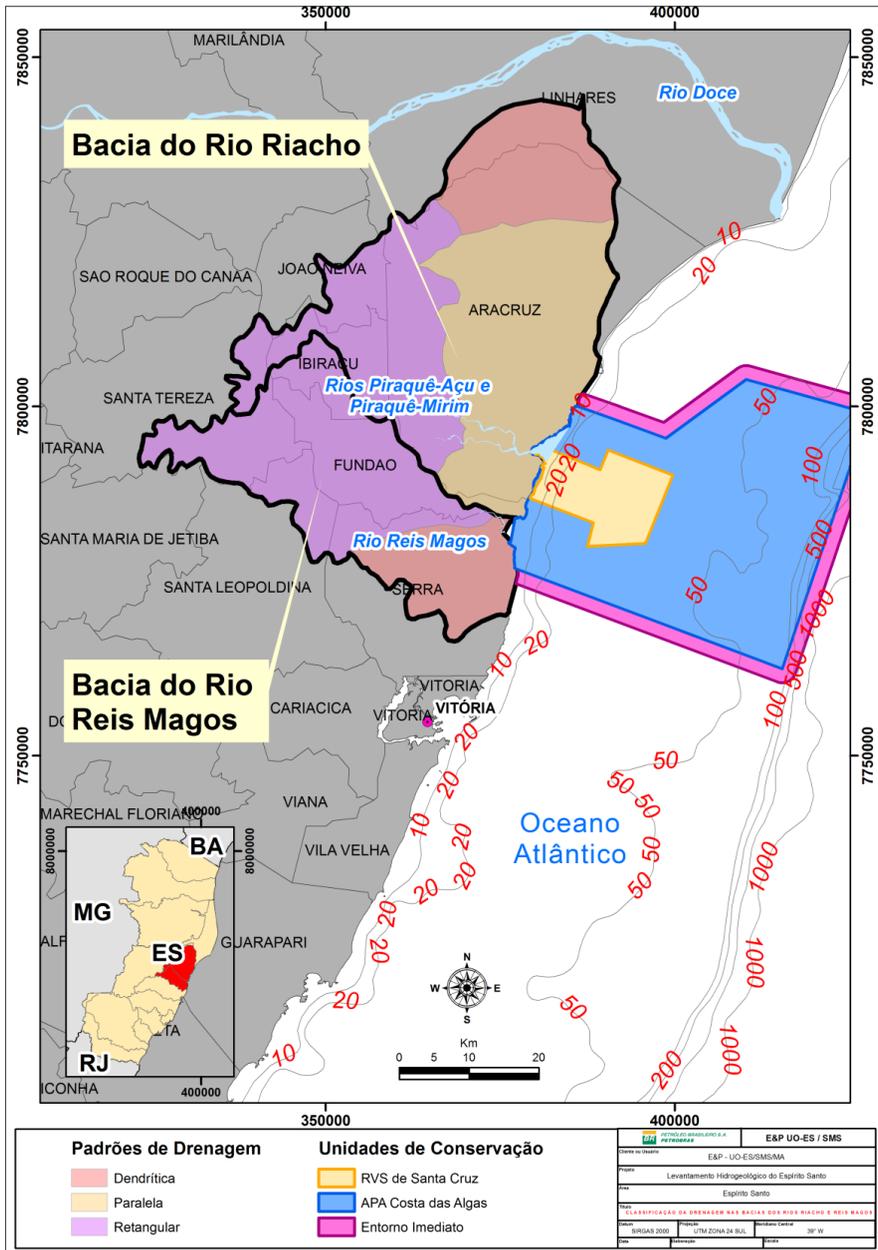


Figura 9 - Mapa das bacias hidrográficas dos rios Riacho e Reis Magos, e os padrões de drenagem.

Fonte: Petrobras (2015-1).

A qualidade da água que deságua sobre as unidades de conservação é produto

direto dos cursos moldados pela fisiografia das bacias hidrográficas dos rios supracitados, precisamente os Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim.

Segundo Petobras (2015-2), o principal lançamento nas águas dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim são efluentes e resíduos domésticos. Isto é passível de estar associado ao fato de que 61,12% da população do Município está na rede geral de esgoto ou pluvial. Ainda segundo o estudo, 5,5% utilizam fossa séptica como lançamento de resíduos, 16,8 recorrem a outras modalidades de esgotamento sanitário.

Em se reportando à porção *offshore*, os estudos mais antigos apoiados pela Petrobras nos anos de 1990, que incorporaram um conjunto de informações sobre a cobertura sedimentar das costas Sul e Atlântico Sudoeste, realizaram importante caracterização sobre a morfologia e sedimentologia da zona costeira e plataforma continental, entre Cabo Frio (Brasil) e Península Valdés (Argentina), resultando na publicação de vinte mapas coloridos na escala de 1:1.000.000, acompanhados de texto explicativo, sob a coordenação do CECO-UFRGS. O trabalho recebeu apoio da Divisão de Ciências do Mar do MCT, da CPRM e da COI-UNESCO.

Segundo Coutinho (2005), plataforma continental constitui a faixa mais rasa que circunda a maioria dos continentes, com a configuração de tabuleiro ou terraço, e termina em direção ao mar com um aumento acentuado da inclinação denominado “quebra da plataforma”, que marca o limite externo da plataforma. Tem configuração mais ou menos plana, suavemente inclinada mar adentro, representando o prolongamento do próprio continente. Esse caráter plano e amplo das plataformas resultou das atividades erosivas e deposicionais relacionadas a várias transgressões e regressões marinhas. Desde o sul de Regência-ES, onde termina o Banco de Abrolhos, a plataforma continental descreve uma largura média de 48 km e possui várias intrusões vulcânicas que favorecem o desenvolvimento de estruturas biogênicas.

A área correspondente às Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS Santa Cruz tem um comportamento contínuo quanto ao crescimento da profundidade em direção à queda da plataforma (Figura 10), segundo dados batimétricos do Projeto AMBES (Caracterização Ambiental da Bacia do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos), patrocinado pela Petrobras nos anos de 2013, 2014 e 2015. Há uma queda mais brusca da plataforma até os primeiros 20 metros de profundidade. Daí até a quebra para o talude, a declividade é mais suave.

Mapa Batimétrico da Plataforma Continental do Estado do Espírito Santo

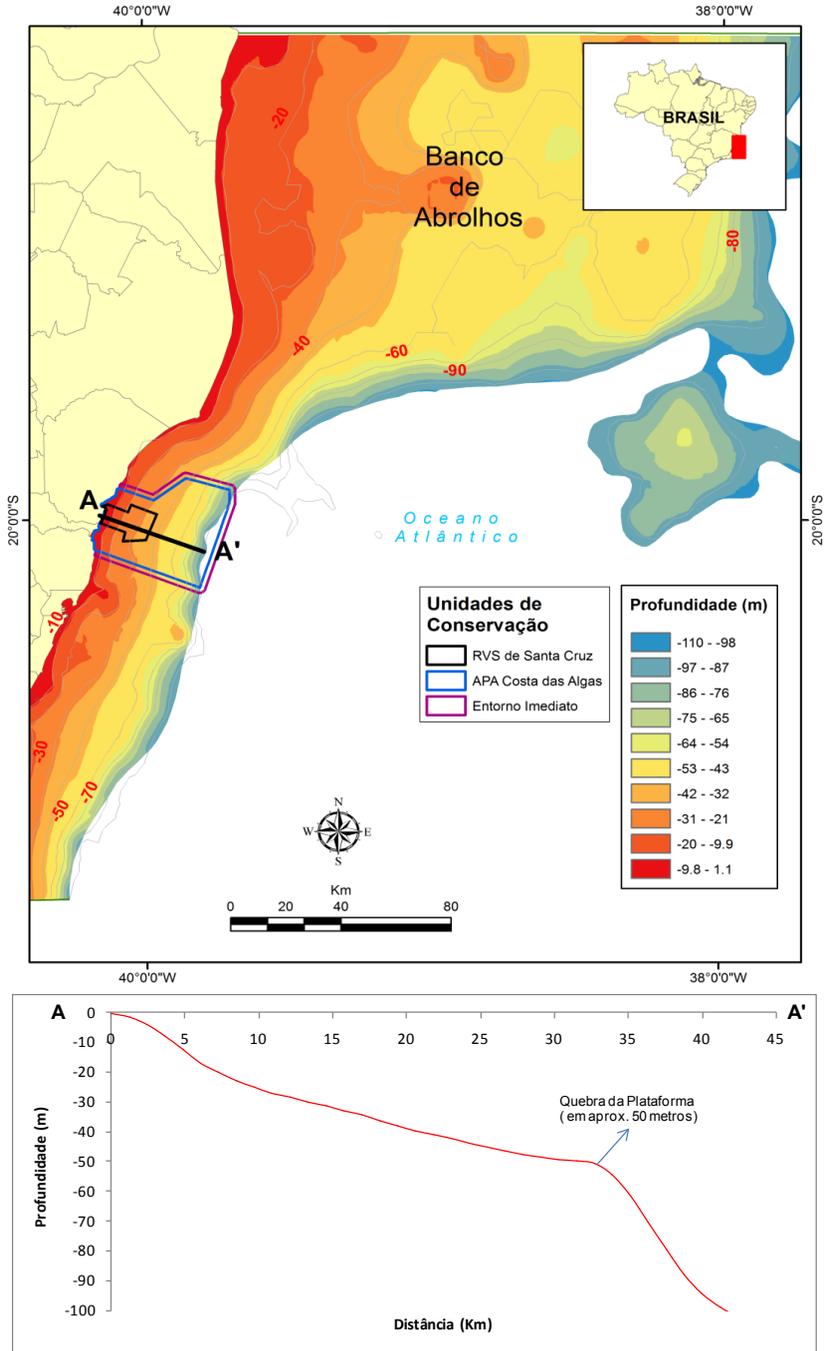


Figura 10 - Parte da batimetria da plataforma continental correspondente às Unidades de Conservação da APA Costa das Águas e RVS Santa Cruz.

Fonte dos dados batimétricos: AMBES-Petrobras (2015).

Silva (2013) descreve, na porção centro-sul do ES, à extensão da linha de costa, a existência de feições regressivas, como o delta do Rio Doce, e transgressivas, como o estuário do Piraquê-Açu e Baía de Vitória. E a plataforma continental adjacente expressa morfologia heterogênea que segue este padrão da costa com a ocorrência de paleocanais, associados às feições transgressivas, e a feição em lobo deltaico, associada a eventos regressivos (Figura 11). A plataforma em foco denota um gradiente bem suave, com variação de declividade de 1:626 a 1:774. O perfil próximo à foz do rio Piraquê-Açu mostrou declividade de 1:197.

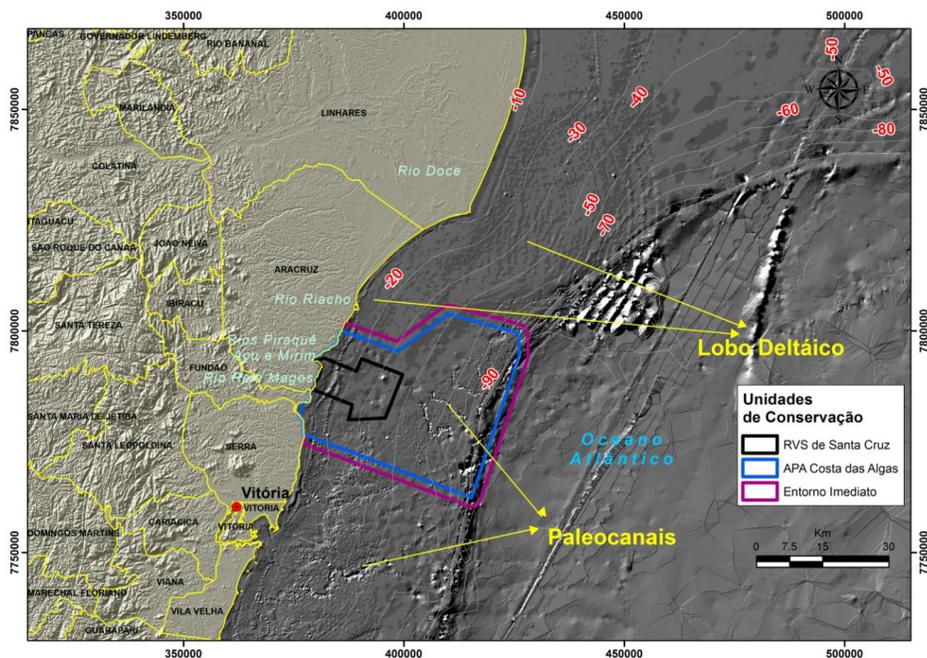


Figura 11 - Modelo de sombra e feições da plataforma continental, correspondentes às Unidades de Conservação APA Costa das Águas e RVS Santa Cruz.

Fonte dos dados batimétricos: AMBES-Petrobras (2015).

Já a composição dos sedimentos das plataformas depende, em parte, do material fornecido pelo continente, especialmente através dos rios, e da contribuição organógena. A distribuição granulométrica dessas partículas está inteiramente ligada à interação de vários fatores e condições hidrodinâmicas, além do relevo de fundo e fatores físico-químicos. A determinação da composição textural dos sedimentos é de grande utilidade na descrição e interpretação das fácies sedimentares que ocorrem nas plataformas continentais (COUTINHO, 2005).

A distribuição granulométrica das áreas das UCs está diretamente ligada aos ambientes de sedimentação terrígena, com sedimentos areno-argilosos ricos em matéria orgânica e oriundos das descargas dos rios da região; e marinho, com sedimentos cascalhosos ricos em biodetritos e teores de CaCO_3 acima de 70%, desde as profundidades de 40 metros.

OCEANOGRAFIA

A maré semidiurna, com duas preamares e duas baixa-mares por dia, e ligeiras alterações diurnas entre duas preamares e duas baixa-mares sucessivas, marcam os regimes de marés da costa sudeste brasileira. Como em todo o Território nacional, as amplitudes máximas das marés ocorrem durante as luas cheia e nova, conhecidas também como marés de sizígia. De semelhante modo, ocorrem as amplitudes de marés menores nas luas crescentes, conhecidas como marés de quadratura.

O litoral do Estado do Espírito Santo está compreendido neste sistema de marés semidiurna, com amplitude inferior a dois metros e duas oscilações diárias e médias em torno de 1,4m.

O clima de ondas oceânicas é influenciado pelos sistemas atmosféricos de costa leste do Brasil, como, por exemplo, a Alta Subtropical do Atlântico Sul e os ciclones extratropicais (IEMA 2014). Nogueira (2014) relata que, no verão, a região é caracterizada por ondas de menor energia, variando de 1,6 a 3,34 m de altura significativa (Hs), com período de 8,6 a 18,1s e de direção ENE. Já no inverno, há o aumento da energia, com 1,86 a 4,34 m de altura significativa (Hs), com período de 10,4 a 18,5s e direção média SE.

Um resumo das condições gerais de onda no sudeste do Brasil é apresentado em CEPEMAR (2011) *apud* IEMA (2014), no qual, no decurso do ano, predominam as ondas de E, seguidas das ondas do setor ENE e NE, embora as maiores alturas significativas de onda ocorram associadas aos setores SE a SSW (Figura 12).

A distribuição sazonal e anual de alturas de ondas ao largo de Barra do Riacho é mostrada na Figura 13. Assim, observa-se que a onda modal, em todas as estações do ano, exprime altura de aproximadamente 1,5m; entretanto, há significativa ocorrência de ondas com alturas de até 3,5m, principalmente nos meses de inverno e primavera. A ocorrência anual de ondas maiores do que 4,5m de altura é < 0,5% (IEMA, 2014).

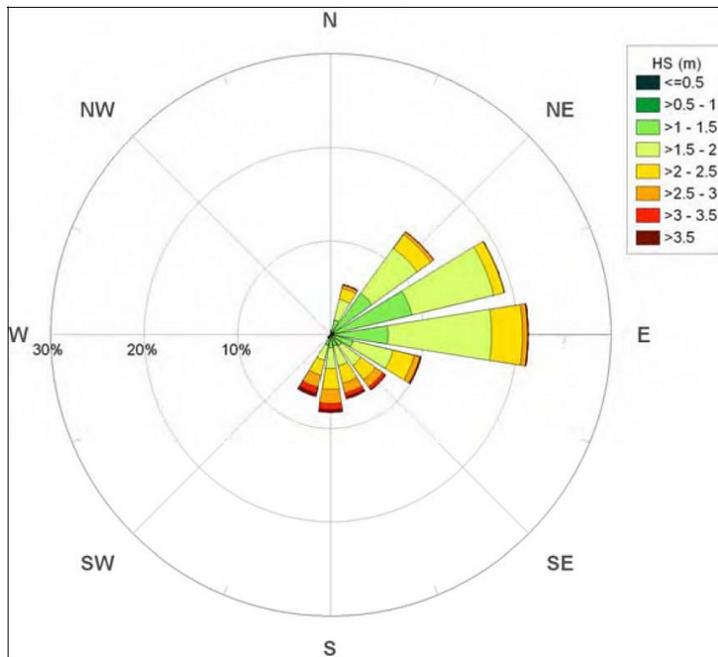


Figura 12 - Histograma de ocorrência das alturas significativas de onda na região oceânica do Espírito Santo. (Reproduzido de CEPEMAR, 2011).

Fonte: IEMA (2014).

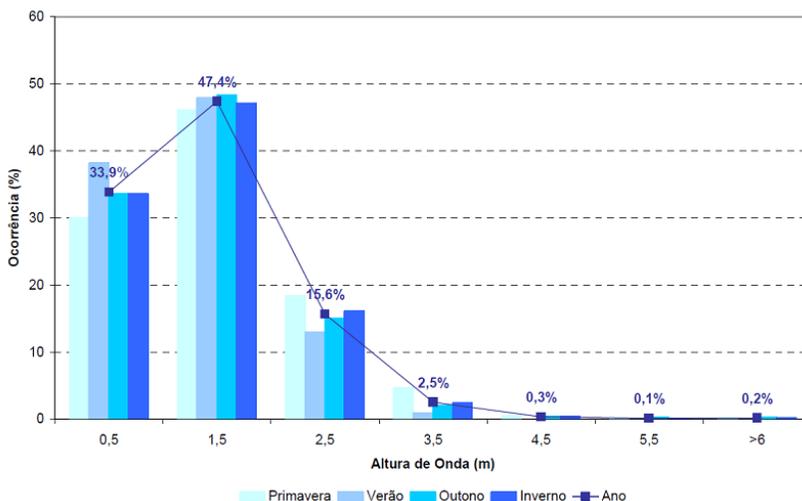


Figura 13 - Distribuição sazonal e anual de alturas de onda ao largo de Barra do Riacho (COPPETEC, 2011).

Fonte: IEMA (2014).

O regime de correntes da região da área estudada é influenciado diretamente pela complexa topografia oceânica (FRAGOSO, 2004). Segundo Castro Filho *et al.* (2015),

durante o verão, há grande incidência de correntes divergentes da costa nas proximidades da superfície, com velocidades variando de 0,1 a 0,4 m.s-1 e direção NE; e de correntes que apontam para a costa nas proximidades do fundo, com velocidades variando de 0,1 a 0,4 m.s-1 e direção ESE. No inverno, as condições de velocidade e direção, praticamente, são as mesmas, mudando apenas a direção de corrente nas proximidades do fundo oceânico que passa de ESE para NE para as menores velocidades (0,1 a 0,2 m.s-1) e SW para as maiores (0,2 a 0,4 m.s-1).

A distribuição de frequências, as direções e intensidades de corrente observadas nos períodos de janeiro a abril/1995 e maio a julho/1996 são visualizáveis na figura 14 (IEMA, 2014).

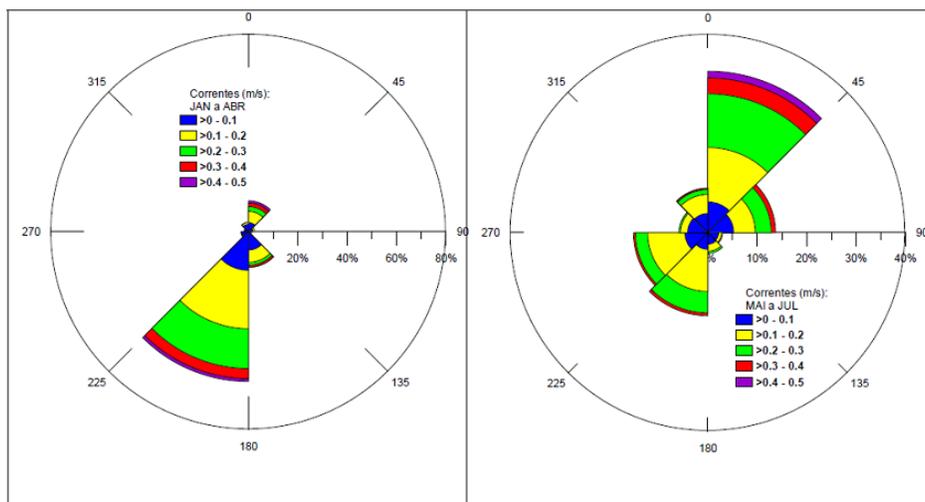


Figura 14 - Distribuição de frequências, direções e intensidades de corrente observadas nos períodos de janeiro a abril/1995 e maio a julho/1996. (Ilustração reproduzida de CTA, 2009)

Fonte: IEMA (2014).

VEGETAÇÃO

O Estado do Espírito Santo possui uma área de 45.597 km², sendo que 100% de sua superfície eram cobertos por mata atlântica. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil/IBGE, 2007) a mata atlântica no Estado é composta por formações pioneiras (brejos, restingas, mangues), floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila densa e refúgio ecológico (campos de altitude) (Figura 15).

As áreas das formações pioneiras, como brejos, restingas e mangues, correspondem a 1.140,3 km², cerca de 7,3% da área total do Estado. Estas áreas estão delimitadas ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagoas e lagoas), onde há frequentemente um terreno instável, o qual é submetido aos processos de acumulação fluvial, lacustre, marinha e fluvio-marinha. Possuindo cobertura vegetal em constante sucessão, trata-se de uma vegetação de primeira ocupação de caráter edáfico, formada por plantas adaptadas às condições

ecológicas locais.

As áreas de floresta ombrófila aberta, também chamada de floresta de transição, pois foi considerada durante anos como um tipo de transição entre a floresta amazônica e as áreas extra-amazônicas, correspondem a 1.371,9 km², cerca de 8,7% da área total do Estado. Estas áreas são delimitadas pela zona serrana, possuindo características de altitude, com o interior fechado, vegetação rasteira e arbustiva abundante, com altura média de 25m. Esta floresta possui quatro faciações florísticas que alteram sua fisionomia ecológica (com palmeiras, cipós, com sororoca e com bambu, além dos gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano, assinalados na curva ombrotérmica).

As áreas de Floresta Ombrófila Densa, antes conhecida como floresta pluvial tropical, correspondem a 2.512,3 km², cerca de 16,09% da área total do Estado. Estas áreas são caracterizadas pelos fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas e de alta precipitação, o que determina uma situação ecológica favorável, já que esta se apresenta praticamente sem período de seca. Ademais, pode-se destacar, nos ambientes desta floresta, o domínio de latossolos distróficos e, excepcionalmente, eutróficos, originados de vários tipos de rochas. Tal tipo vegetacional foi subdividido em cinco formações ordenadas segundo hierarquia topográfica, que refletem fisionomias diferentes de acordo com as variações ecotípicas das faixas altimétricas resultantes de ambientes também distintos.

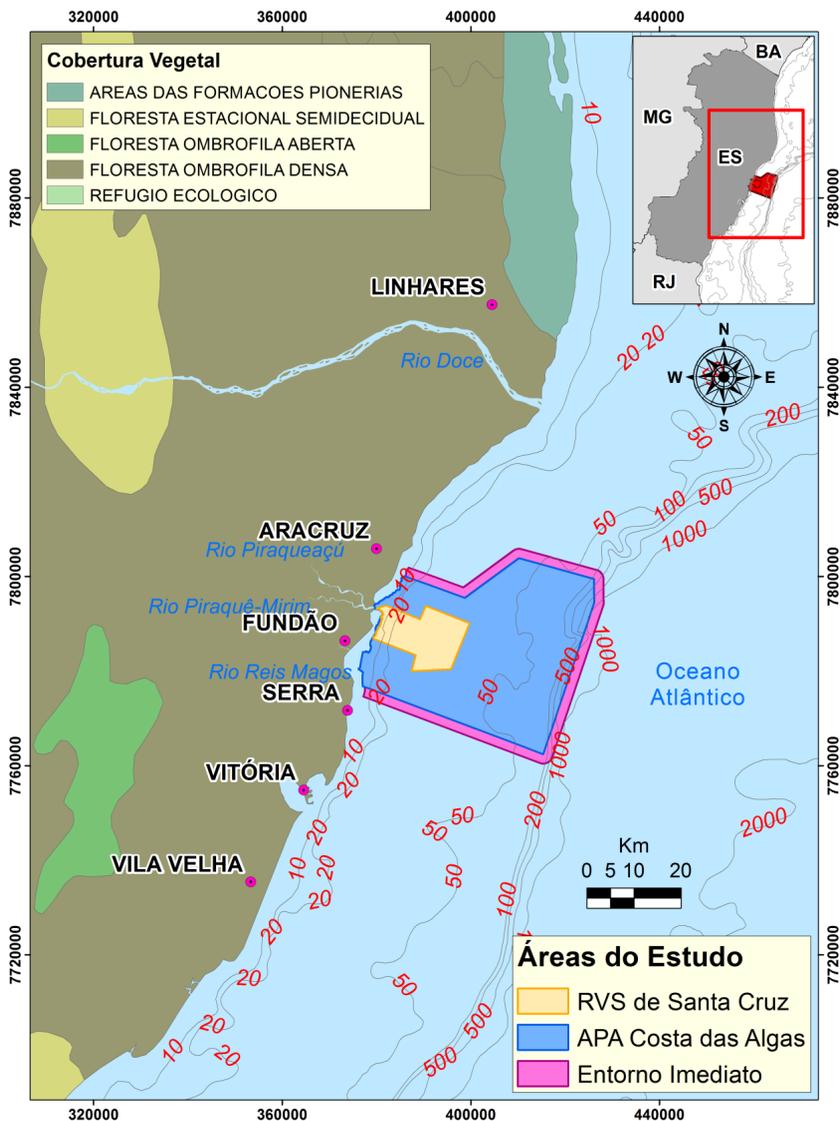


Figura 15 - Mapa da cobertura vegetal da região próxima às unidades de conservação.

Fonte de dados: Brasil/IBGE (2007).

As áreas de refúgio ecológico, também conhecido como campos de altitude, correspondem a 8,2 km², cerca de 0,05% da área total do Estado. Ocorridas principalmente nos sistemas serranos do sudeste brasileiro, este tipo de vegetação é caracterizado por, justamente, se mostrar de maneira diversa do contexto geral da flora da região. Como denominado, está em campos de elevada altitude, sendo típicos dos pontos mais altos de montanhas, estando geralmente situados acima de 1.500m e associados a rochas

ígneas e metamórficas. Além disso, denotam ampla variedade de fisionomias, desde áreas abertas cobertas por gramíneas e outras ervas, a *habitats* com adensamento de arbustos e pequenas árvores, com ou sem afloramentos rochosos.

As áreas de floresta estacional semidecidual, também conhecida como mata semicaducifólia, correspondem a 1.0574,5 km², cerca de 67,7% da área total do Estado, representando a maior parte do Espírito Santo.

A flora correspondente aos estuários dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim é distribuída de acordo com as condições físico-químicas da água e concentração de nutrientes. Alguns estudos revelaram que o fitoplâncton local era constituído principalmente de espécies de pequeno tamanho, e que os valores de salinidade, juntamente com as diatomáceas marinhas e de dinoflagelados, demonstraram maior influência marinha sobre o estuário, entretanto a ocorrência de algas dos gêneros *Chlorella* e *Kirchneriella* comprovou a influência fluvial.

Em relação à clorofila a e feofitina, observou-se que a comunidade fitoplanctônica do Rio Piraquê-Açu apresentou um certo grau de senescência (CRUZ, 2004). A partir desse estudo, foi possível concluir que o fitoplâncton exprime características, tanto qualitativas quanto quantitativas, distintas entre os trechos finais dos dois rios. Esse autor ressalta que o Rio Piraquê-Açu apresentou biomassa superior à do Rio Piraquê-Mirim, no entanto, a diversidade aplicada à biomassa comportou-se de maneira oposta.

Estudo de Schaeffer (2005), que mostrou o aspecto qualitativo do fitoplâncton, encontrou 156 táxons identificados no nível de espécie, gênero e variedade, sendo que, em sua maioria, estes são considerados marinhos, eurialinos e planctônicos. As classes dominantes foram *Bacillariophyceae* (57%), *Chlorophyceae* (11,5%) e *Dinophyceae* (8,4%). Apesar da grande riqueza de espécies que caracterizou o fitoplâncton dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, apenas algumas espécies foram de real importância quantitativa, dentre elas a *Cyanophyceae Synechocystis aquatilis*, a *Chlorophyceae Chlorella minutissima* e a *Bacillariophyceae Melosira varians*. As figuras 16 a 19 mostram a composição quantitativa do fitoplâncton na superfície e fundo dos quatro pontos de amostragem nos estuários dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim.

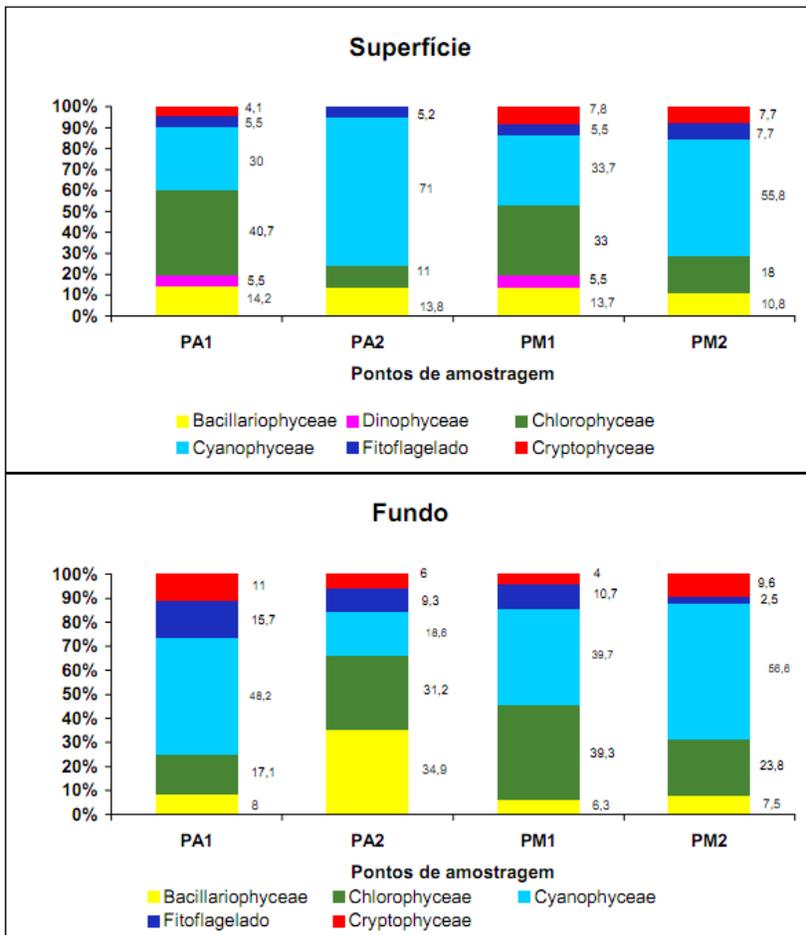


Figura 16 - Variação da composição quantitativa do fitoplâncton em relação às Classes na superfície e fundo no mês de agosto nos rios Piraquê- Açú e Piraquê- Mirim.

Fonte: Schaeffer (2005).

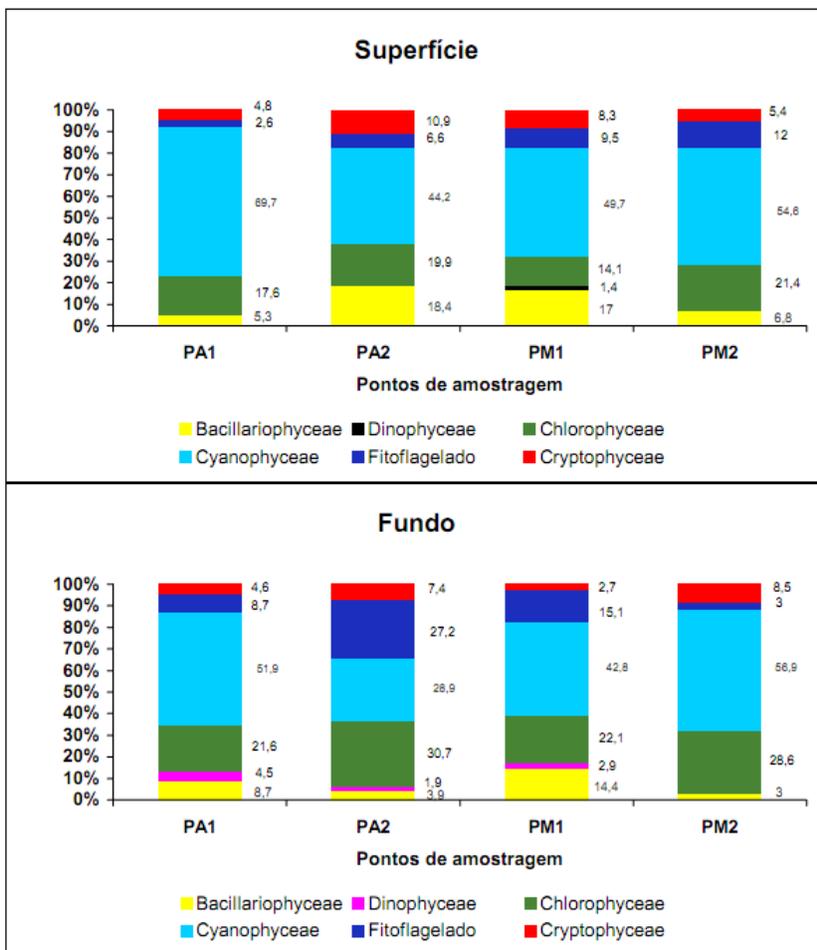


Figura 17 - Variação da composição quantitativa do fitoplâncton em relação às classes na superfície e fundo, no mês de outubro nos rios Piraquê-Açu e Piraquê- Mirim.

Fonte: Schaeffer (2005).

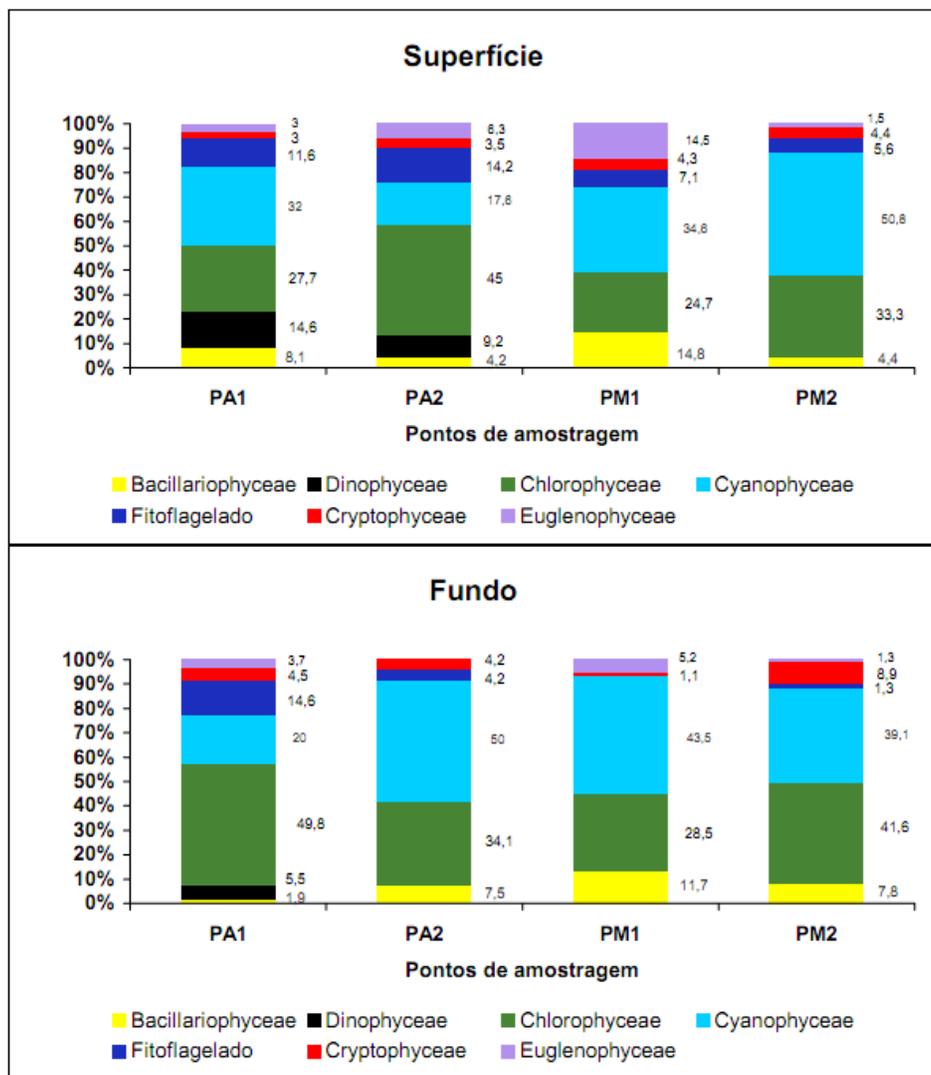


Figura 18 - Variação da composição quantitativa do fitoplâncton em relação às classes na superfície e fundo, no mês de dezembro nos rios Piraquê- Açú e Piraquê- Mirim.

Fonte: Schaeffer (2005).

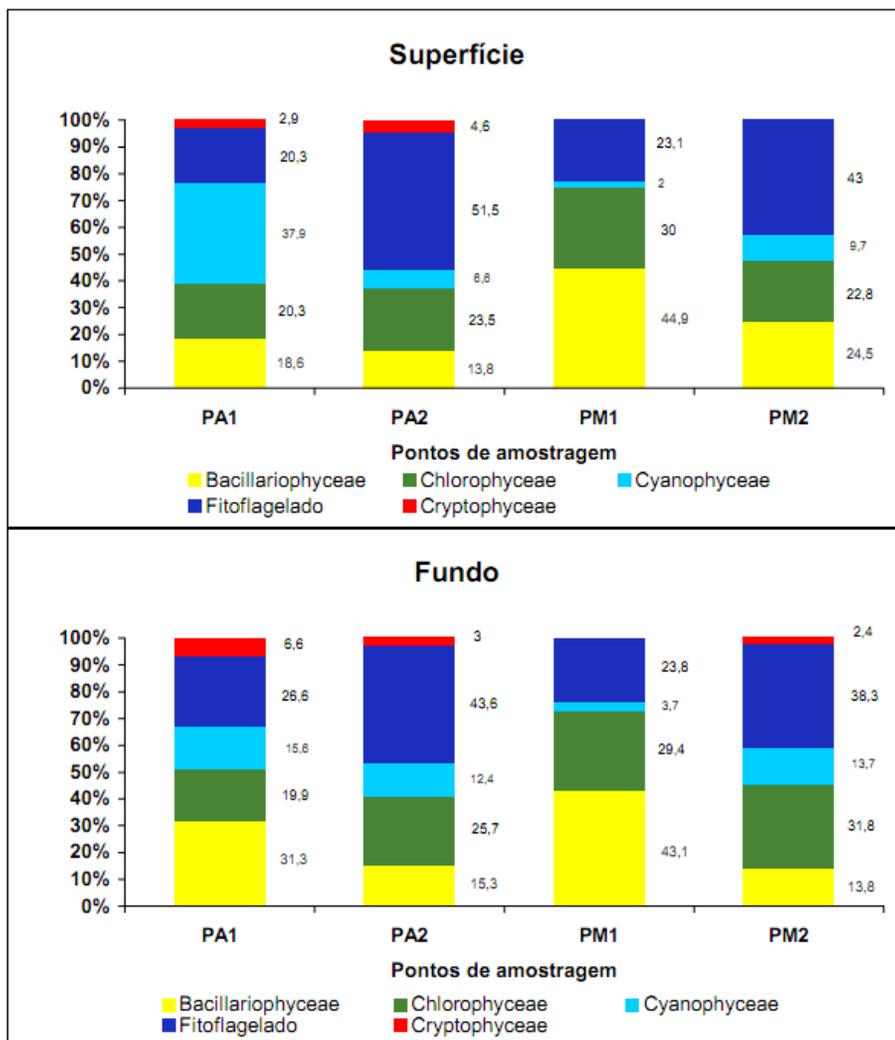


Figura 19 - Variação da composição quantitativa do fitoplâncton em relação às classes na superfície e fundo, no mês de fevereiro nos rios Piraquê- Açu e Piraquê- Mirim.

Fonte: Schaeffer (2005).

Na plataforma continental, de acordo com os estudos de Guimarães (2003), existe uma grande riqueza de flora bentônica atribuída às condições de temperatura e ao tipo de substrato do fundo marinho. O trabalho ressalta que os pulsos de Água Central da América do Sul (ACAS) são passíveis de influenciar nas águas tropicais da região costeira do Espírito Santo, permitindo a existência de espécies estenotérmicas e euritérmicas, contribuindo para o aumento da biodiversidade da flora bentônica, sobretudo com destaque para as rodofíceas.

Barata (2004), a seu turno, analisou a ocorrência de algas laminares monostromáticas estudadas em cultura, na localidade de Santa Cruz, Município de Aracruz, perto da saída

do rio Piraquê-Açu. Ainda segundo a autora, os representantes de *Ulvellaceae* foram encontrados, crescendo sobre algumas espécies de clorófitas coletadas ao longo do litoral capixaba. Para o cultivo, eles foram isolados a partir do talo de *Cladophora* ssp. e *Valonia macrophysa* Kützing, provenientes das praias de Portocel (Barra do Riacho).

Miozzi *et al.* (2004) fizeram um levantamento das clorófitas marinhas bentônicas do Município de Aracruz na zona intermarés (Figuras 20 e 21). Os autores identificaram 24 espécies correspondentes a 14 gêneros, a saber: *Ulva*; *Enteromorpha*; *Chaetomorpha*; *Cladophora*; *Cladophoropsis*; *Willela*; *Valonia*; *Dictyosphaeria*; *Anadyomene*; *Derbesia*; *Bryopsis*; *Caulerpa*; *Codium* e *Halimeda*. Os autores ressaltam que as espécies *Halimeda cunneata* e *Caulerpa racemosa* estavam em todos os locais de coleta, ao longo de todo o ano. Já os gêneros *Chaetomorpha*, *Cladophoropsis*, *Derbesia* e a espécie *Bryopsis pennata* denotam uma distribuição mais restrita, ocorrendo somente em um ponto de coleta.



Figura 20 - Litoral de Aracruz, indicando os pontos de coleta do estudo de Miozzi *et al.* (2004) e ocorrência de fauna bentônica.

Fonte: modificado de Miozzi *et al.* (2004).

As figuras 21 e 22 mostram alguns dos aspectos das áreas de ocorrências das algas estudadas por Miozzi *et al.* (2004), além dos aspectos da fisiologia, do hábito e estruturais de algumas das espécies.



Figura 21 - Ponto C (ver figura 2.20) na praia ao lado do emissário da Aracruz Celulose, em evidência uma ampla faixa de algas calcárias.

Fonte: modificado de Miozzi *et al.* (2004).

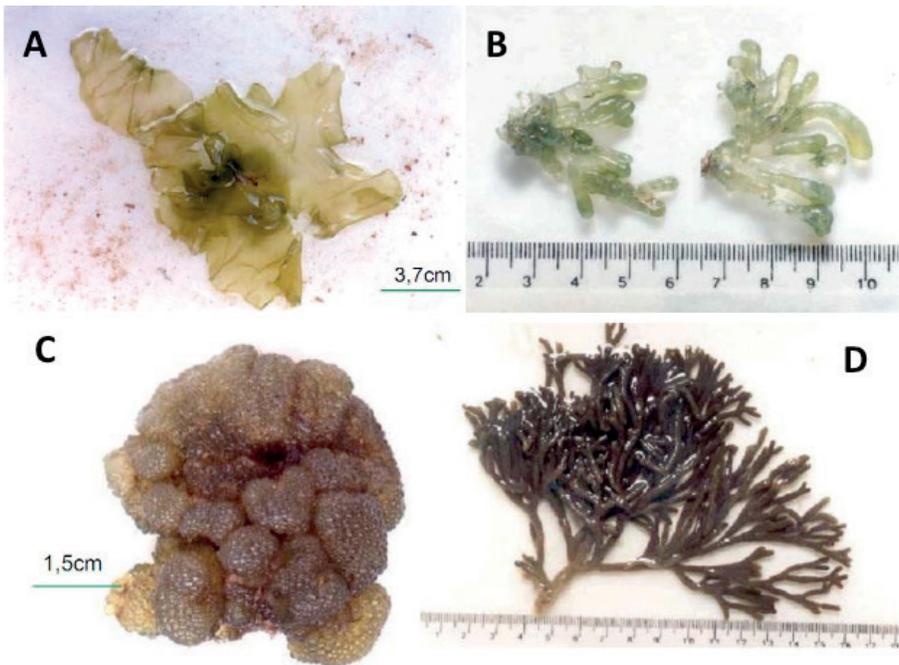


Figura 22. Exemplos da fauna bentônica. A - Hábito de *Ulva fasciata*. B - Hábito de *Valonia macrophysa*. C - Hábito de *Dictyosphaeria versluysii*. D - Hábito de *Codium decorticatum*.

Fonte: modificado de Miozzi *et al.* (2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados referentes à área *onshore*, onde estão inclusos os estuários dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, compõem um acervo de dados bem maior, uma vez comparado com os indicadores referentes à área *offshore* que corresponde às Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz.

Ainda se reportando à área *onshore*, os estudos referentes aos elementos abióticos, que tratam da fisiografia e oceanografia, foram mais difundidos, se comparados com os estudos que cuidam dos elementos abióticos, correspondentes à flora.

Os elementos abióticos também foram mais estudados na área *offshore*, que contém um bom acervo de informações sobre os assuntos, dispostos nas referências bibliográficas.

A pouca informação e estudos sobre os elementos bióticos na área *offshore*, sobretudo nas áreas correspondente às unidades de conservação, fortaleceu a aplicação de estudos da biota marinha, tanto faunística quanto florística, assuntos que serão abordados nos capítulos a seguir. Tais estudos contribuíram para melhor caracterização das áreas das unidades de conservação sob exame, tanto sob o ponto de vista dos aspectos abióticos como bióticos.

REFERÊNCIAS

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. Erosão e Progradação do litoral do Espírito Santo. In: MUEHE, Dieter (Org.). **Erosão e Progradação do Litoral do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2006, v. v. 1, p. 227-264.

AMBES-Petrobras. 2015. **Dados batimétricos**. Projeto AMBES (Caracterização Ambiental da Bacia do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos). 2013-2015.

BARATA, D. *Clorófitas marinhas bentônicas do Estado do Espírito Santo*. Dissertação de mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo-São Paulo, 2004.

BRASIL. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Dados de vegetação do Brasil. 2007. Disponível em: www.ibge.com.br, acesso em: 10 de maio de 2017.

COUINHO, P.N. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil. **Relatório do Programa REVIZEE (1995-2000), Oceanografia Geológica**. Brasília, DF.: FEMAR/ SECIRM/MMA, 2005. 138 p.

DA SILVA, A.E.; QUARESMA, V.S.; BASTOS, A.C. Sedimentological Sectorization of An Estuarine System In: A Regressive Coast, Southeast Brazil. **Journal of Sedimentary Research**, v. 83, p. 994-1003, 2013.

DERECZYNSKI, C.P.; JUSTI, M.G.A.; GROSSMANN, K. S. Meteorologia da Bacia do Espírito Santo e parte norte da Bacia de Campos. **Relatório Técnico da Petrobras**, 2015.

GOOGLE EARTH. 2017. Acesso em 13 de abril de 2017. Disponível em: <http://www.earth.google.com/intl/pt/>.

GUIMARÃES, S.M.P.B. Uma análise da diversidade da flora marinha bentônica do estado do Espírito Santo, Brasil. **Hoehnea** (São Paulo), São Paulo, v. 30, n.1, p. 11-19, 2003.

IEMA. **Plano de Manejo da APA da Conceição da Barra**. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Volume 2 - Aspectos Oceanográficos. Pg 649-692. 2014. In: https://iema.es.gov.br/APA_Conceicao.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

MIOSI, W.; AQUIJE, G.M.F.V.A.; ALVES, J.P.A. 2004. Levantamento das Clorófitas (*Chlorophyta*) marinhas bentônicas do litoral de Aracruz, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Natureza on line 2** (2): 37–44.

NOGUEIRA, I.C.M.N.; PEREIRA, H.P.P.; RIBEIRO C.E.P.; GALLO, M.N.; CAVALCANTE, L.M.; RIBEIRO, E.O. **Climatologia de Ondas da Bacia do Espírito Santo e Parte Norte da Bacia de Campos**. Projeto AMBES (Caracterização Ambiental da Bacia do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos) Petrobras. 2014.

PETROBRAS. 2015. **Caracterização e descrição das bacias hidrográficas**. Relatório Técnico-Científico. Projeto Levantamento Hidrogeológico do Espírito Santo. Fortaleza, setembro de 2015. 78p.

PETROBRAS. 2015-1. **Caracterização e descrição das bacias hidrográficas**. Relatório Técnico-Científico. Projeto Levantamento Hidrogeológico do Espírito Santo. Fortaleza, setembro de 2015. 78p.

PETROBRAS. 2015-2. **Levantamento de Caracterização da Situação Atual dos Corpos d'água (Captação, Usos E Lançamentos) nos 37 Municípios**. Relatório Técnico-Científico. Projeto Levantamento Hidrogeológico do Espírito Santo. Fortaleza, novembro de 2015. 146p.

SCHAEFFER, J.K. Variações da comunidade fitoplanctônica na região estuarina dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim (Aracruz, ES) e suas relações com os fatores ambientais. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal- Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, Brazil. 110 f. 2005.

TRAINA, A.J.M.; TRAINA, J.R. **Como fazer pesquisa bibliográfica**. Porto Alegre: SBC Horizontes, p. 1 - 5, 01 ago. 2009.

A REGIÃO DE PREAMAR ATÉ DEZ METROS

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Francisco Gleidson da Costa Gastão

Universidade Federal do Ceará (UFC), Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Laboratório de Dinâmica Costeira (Labdic)
Fortaleza - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4638493810134754>

Sérgio Bezerra Lima Júnior

Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Ciências, Departamento de Geologia
Fortaleza - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/6754985664057576>

Luís Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

RESUMO: A plataforma continental possui uma vasta distinção de tipos sedimentares em decorrência das distintas fontes, origem, transporte e mecanismo de deposição. As amostras coletadas nos 15 pontos amostrais distribuídos entre a plataforma continental e a isóbata de dez metros, foram submetidas aos processos laboratoriais do estudo sedimentológico no Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC). A classificação sedimentológica está intrinsecamente ligada à posição geográfica dos sedimentos na plataforma continental interna nas áreas das Unidades de Conservação APA Costa

das Algas e RVS de Santa Cruz até a isóbata de -10 metros. Foram registradas as ocorrências de fragmentos de carapaças de organismos marinhos dos Filos Bryozoa, Molusca e Foraminífera, além de fragmentos de alguns minerais como quartzo, feldspato e alguns pesados. A classificação sedimentológica, envolvendo os parâmetros granulometria, teor de carbonato de cálcio e grau de seleção dos grãos, está intrinsecamente ligada à posição geográfica dos sedimentos na plataforma continental interna nas áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz até a isóbata de -10 metros. Nas proximidades das desembocaduras dos rios da região, os sedimentos denotam um caráter mais fino, diferente de outros setores do levantamento. **PALAVRAS-CHAVE:** APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, granulometria, classificação sedimentológica.

THE REGION OF HIGH TIDE SHORELINE TO TEN METERS

ABSTRACT: The continental shelf has a vast distinction of sedimentary types due to the different sources, origin, transport and deposition mechanism. The samples collected at the 15 sampling points distributed between the continental shelf and the 10 meters isobath were submitted to the laboratory processes of the sedimentological study at the Geological Oceanography Laboratory of the Institute of Marine Sciences (LABOMAR) of the Federal University of Ceará (UFC). The sedimentological classification is intrinsically linked to the geographic position of the sediments on the internal continental shelf in the areas of the Conservation Units EPA Costa das Algas and Santa Cruz WLR up to the isobath of -10 meters. The occurrences of fragments of carapace of marine organisms of the Filos Bryozoa, Molusca

and Foraminifera were recorded, as well as fragments of some minerals such as quartz, feldspar and some heavy ones. The sedimentological classification, involving the parameters granulometry, calcium carbonate content and degree of grain selection, is intrinsically linked to the geographic position of the sediments on the internal continental shelf in the areas of the Conservation Units Costa das Algas EPA and Santa Cruz WLR to the isobath of -10 meters. In the vicinity of the mouths of rivers in the region, sediments show a finer character, different from other sectors of the survey.

KEYWORD: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, granulometry, sedimentological classification.

INTRODUÇÃO

Os ambientes sedimentares auferem destaque como objetos de pesquisas que tratam das caracterizações geológica e biológica de determinadas regiões. Os estudos nas áreas da sedimentologia, geralmente, abordam a descrição dos mecanismos de transporte, os regimes diferenciados de energia de deposição e transporte, a descrição dos paleoambiente e paleoclima, além da composição granulométrica, química e biológica dos substratos de vários ambientes.

A plataforma continental como um ambiente propício à sedimentação possui uma vasta distinção de tipos sedimentares em decorrência das distintas fontes, origem, transporte e mecanismo de deposição. Segundo os pesquisadores, existem dois processos de sedimentação classificados de acordo com a fonte de origem do material - o terrígeno e o marinho. No primeiro, o sedimento tem origem no continente e é transportado e depositado na plataforma da descarga fluvial. No segundo, a sedimentação é exclusiva do ambiente marinho, formando sedimentos oriundos da degradação de organismos do mar. Os sedimentos oriundos dos continentes são ricos em matéria orgânica e, conseqüentemente, de metais pesados, além de serem arenoargilosos. Já os sedimentos de procedência marinha são cascalhosos ou arenocascalhosos ricos em carbonato de cálcio (CaCO_3), produtos da decomposição e fragmentação das carapaças e estruturas esqueléticas da biota marinha.

O capítulo sob relato mostra o mapeamento textural do fundo marinho, correspondente às áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, desde a preamar até a profundidade de dez metros, com foco nas características granulométricas, além do mapeamento das fácies sedimentares provindas da combinação entre granulometria e teores de CaCO_3 e composição biodetrítica. Também foram definidos os teores de matéria orgânica das amostras de sedimentos, a fim de detectar os níveis de contribuição da sedimentação terrígena sobre a plataforma continental rasa.

METODOLOGIA

A coleta de sedimento foi feita em 15 pontos amostrais na plataforma continental até a isóbata de dez metros (Figura 1). As amostras coletadas foram submetidas aos processos laboratoriais do estudo sedimentológico no Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC),

onde foram feitas as análises granulométricas, ou classificação do tamanho do grão Folk & Ward (1957), definição dos teores de CaCO_3 (LORING e RANTALLA, 1992) e matéria orgânica (DAVIES, 1974), além da composição biodetrítica e graus de arredondamento e esfericidade dos grãos dividido através da lupa.

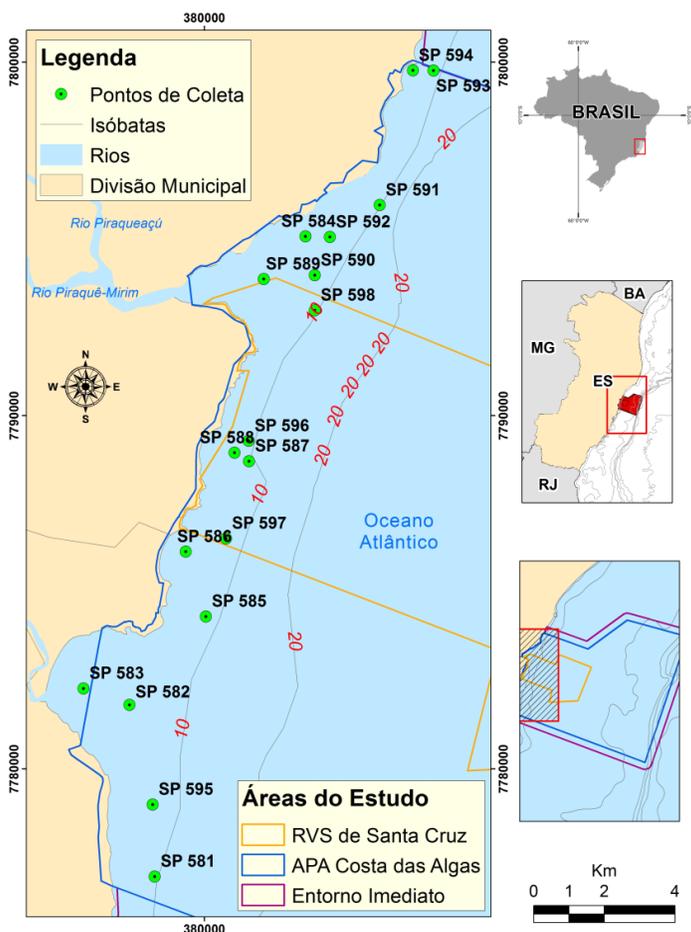


Figura 1 - Mapa de localização dos pontos amostrais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS SEDIMENTOS

A análise indicou maior concentração da fração granulométrica areia média, representando 40% do total. As frações de menor diâmetro, como a areia fina, areia muito fina e silte grossa somam os outros 40%. Já a fração areia grossa representou os 20% restantes. A figura 2 mostra a distribuição granulométrica, por ponto amostral, e revela a bimodalidade, ou seja, a existência da concentração de duas ou mais frações granulométricas na maior parte das amostras, fato característico de ambiente bastante hidrodinâmico e com substrato mexido.

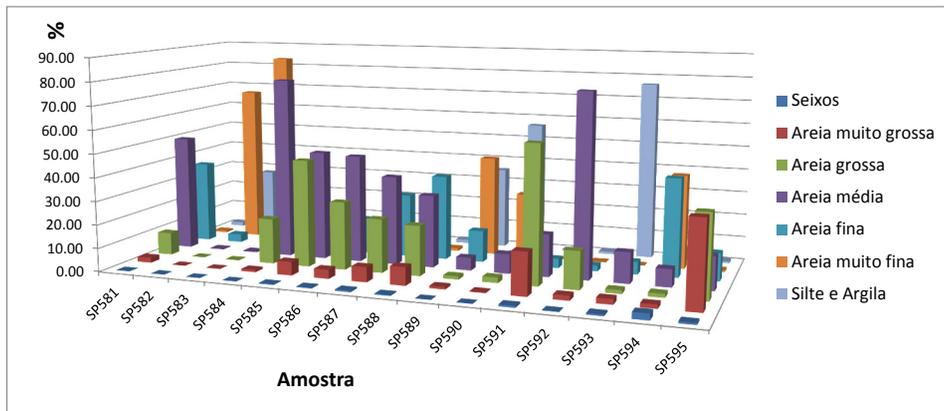


Figura 2 – Percentagem das frações granulométricas, por ponto amostral.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os sedimentos com as frações granulométricas areia grossa a areia média estão distribuídos nas áreas não associadas às desembocaduras dos rios da região (Figura 3). Já as áreas mais próximas das fozes dos rios concentram os sedimentos com frações granulométricas mais finas, desde as areias até o silte e argila (Figura 3). A ocorrência de sedimentos mais finos na foz dos rios é consequência das descargas fluviais dos rios da região, como os Rios Piraquê-Açu, Piraquê-Mirim e Reis Magos, além do Rio Doce.

A especificidade da localização dos sedimentos em relação ao tamanho dos grãos na área também reflete o grau de seleção granulométrica nos sedimentos. Os sedimentos de pobremente a muito pobremente selecionados estão associados às desembocaduras dos rios (Figura 4), reflexo de um ambiente de mistura de sedimentos terrígenos mais finos com marinhos mais grossos.

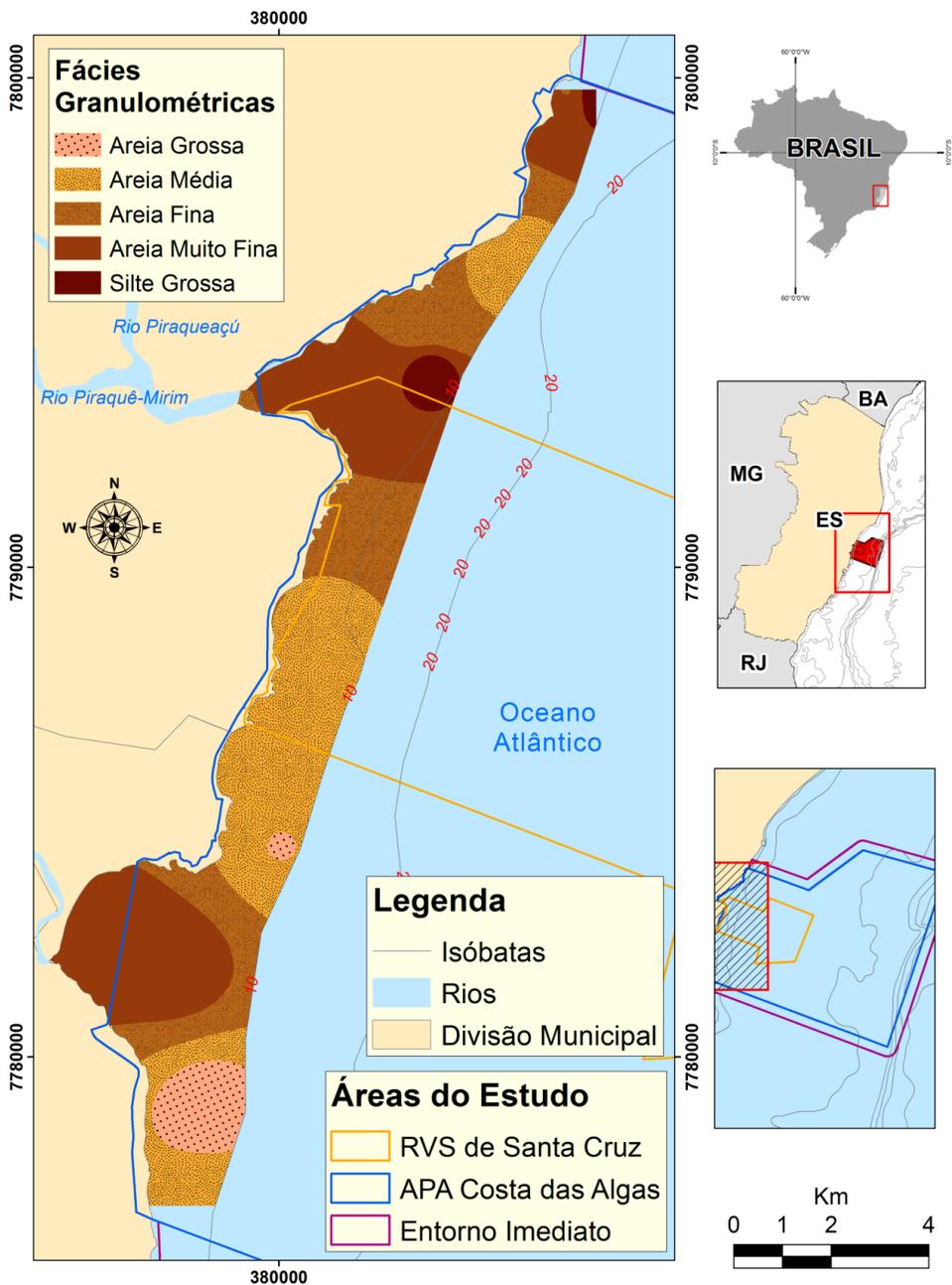


Figura 3 – Distribuição das frações granulométricas na plataforma rasa até a profundidade de 10 metros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

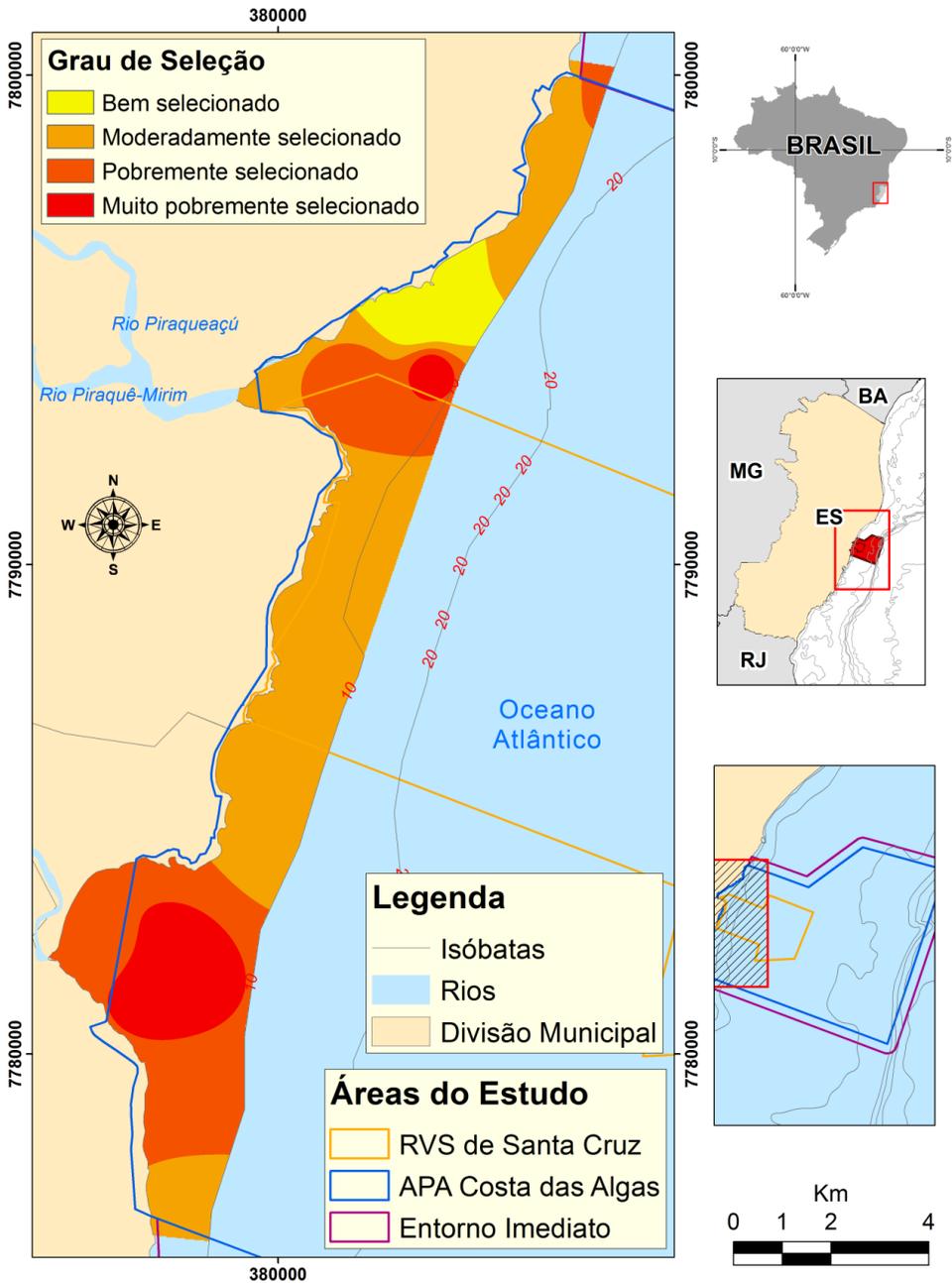


Figura 4 – Graus de seleção dos sedimentos da plataforma rasa até a profundidade de 10 metros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

FÁCIES SEDIMENTARES

As fácies sedimentares são definidas em decorrência da combinação entre a característica granulométrica da amostra do sedimento e o teor de CaCO_3 (carbonato de cálcio), em associação aos fragmentos das carapaças de organismos marinhos ou biodetritos, de acordo com a classificação proposta por Larsonneur, modificada por Dias (1996).

As concentrações de CaCO_3 na área variam de 50 a 80%. Um pequeno trecho ao norte da foz dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim exprimi teores de 30 a 40% de carbonato de cálcio, indicando intensa influência da sedimentação terrígena oriunda das descargas do Rio Doce. As maiores concentrações de carbonato de cálcio estão localizadas em frente às desembocaduras dos rios correspondentes às áreas das UCs (Figura 5).

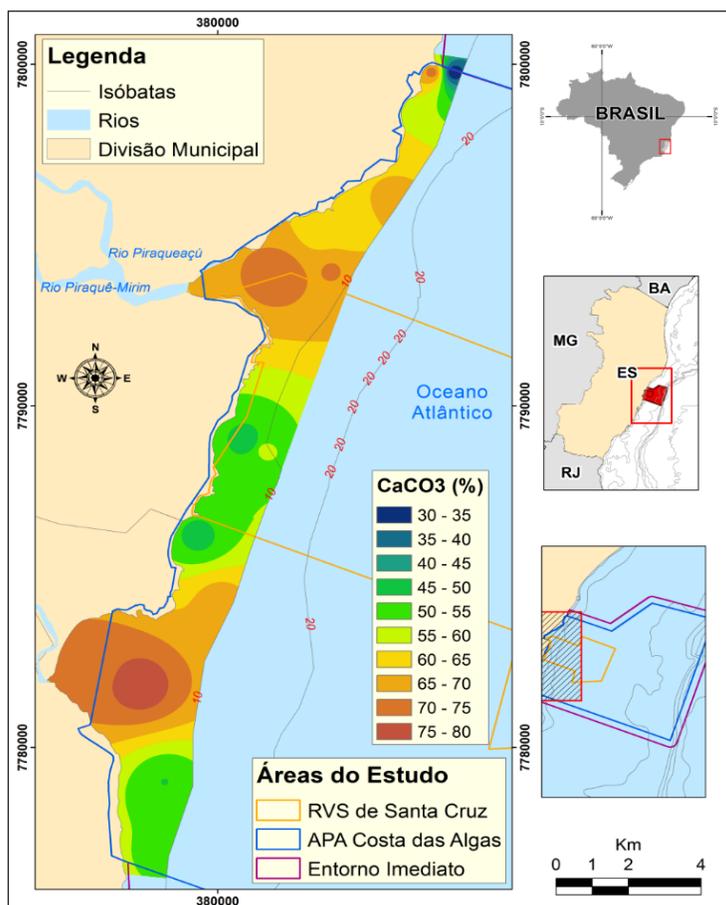


Figura 5 – Mapa da distribuição dos teores de CaCO_3 na plataforma rasa, até a cota de dez metros.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A predominância dos altos teores de CaCO_3 na área estudada corrobora a ocorrência

de biodetritos em quase todas as amostras. Dentre os biodetritos mais comuns, foram detectados exemplares dos *Filos Bryozoa Molusca* (bivalves e gastrópodes) e *Foraminifera* (Figuras 6 a 10). Os minerais que compõem os sedimentos são representados por quartzo, feldspato e alguns minerais pesados.

O grau de arredondamento, que diz respeito ao índice de angularidade que ele expressa regularmente como formato da maior parte das amostras de sedimento, é subarredondado, principalmente para as amostras com fração granulométrica de areia média a areia grossa (Figuras 6, 7 e 8). Estas características revelam sedimentos mais maduros e retrabalhados pela hidrodinâmica dentro da plataforma interna rasa. Já os minerais, principalmente o quartzo, possuem formatos mais angulares, refletindo maior dureza entre os grãos de sedimento.

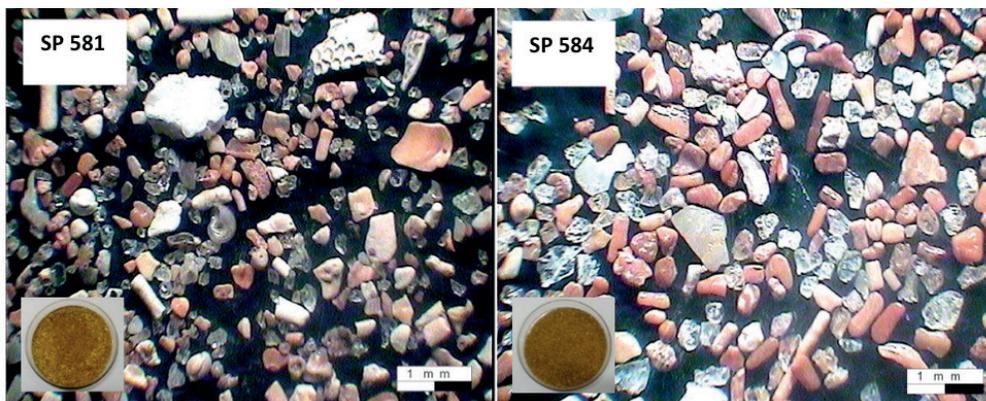


Figura 6 – Fragmentos de biodetritos (gastrópode, briozoário e foraminífero) e aspectos do grau de arredondamento dos grãos de sedimento de fração granulométrica mais grossa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As amostras de sedimento com frações granulométricas mais finas são compostas quase que exclusivamente por sedimentos e grãos angulares a subangulares (Figuras 9 e 10). Estas amostras estão situadas nas desembocaduras dos rios, e refletem sedimentos maduros oriundos das descargas fluviais. Também são compostos por fragmentos de carapaças de organismos marinhos e minerais, como quartzo e feldspato.

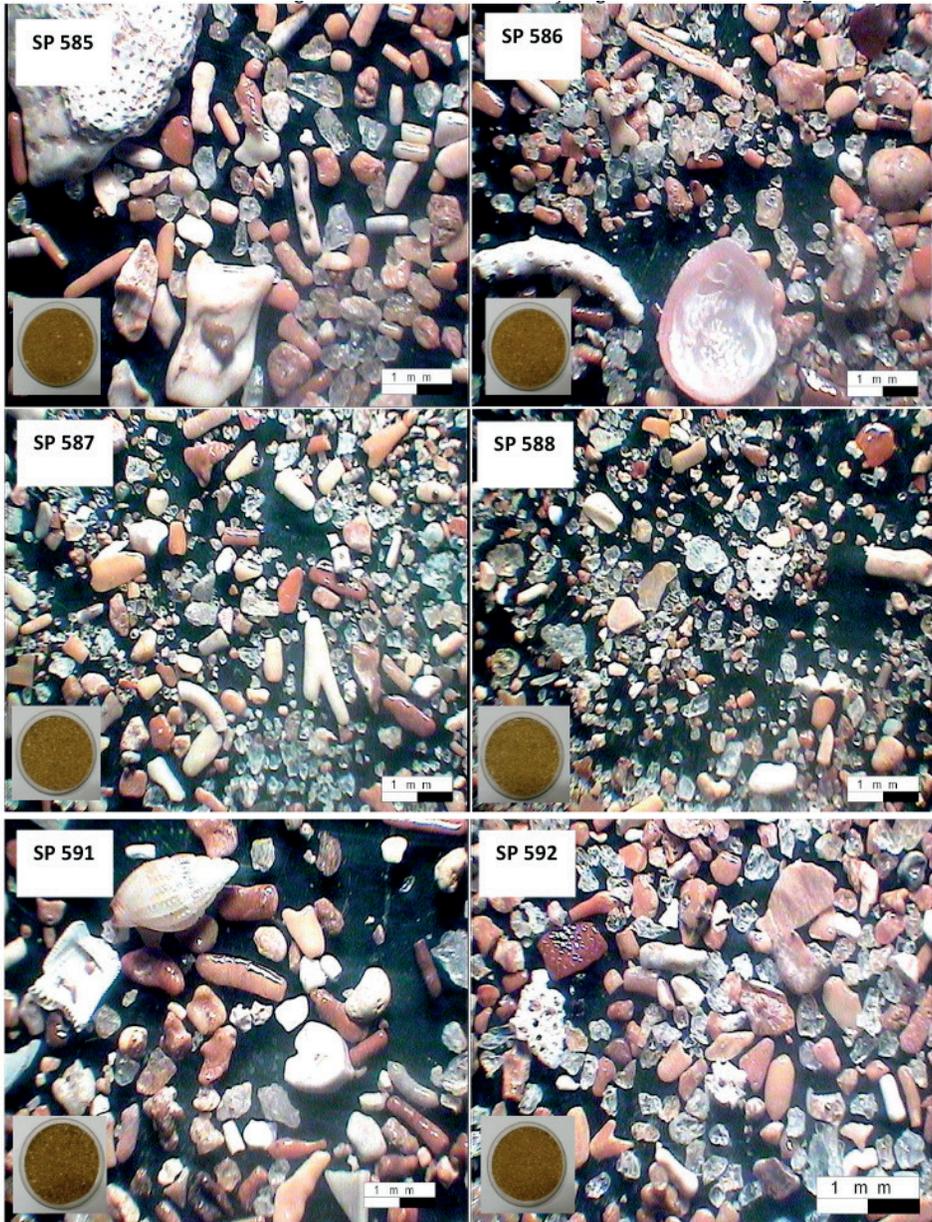


Figura 7 – Fragmentos de biodetritos (bivalve, gastrópode e briozoário) e aspectos do grau de arredondamento dos grãos de sedimento de fração granulométrica mais grossa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

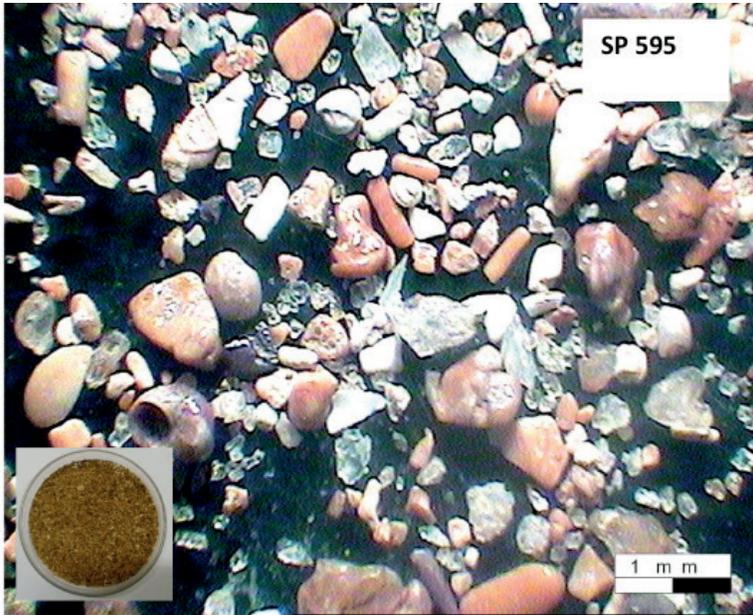


Figura 8 – Fragmentos de biodetritos (gastrópode) e aspectos do grau de arredondamento dos grãos de sedimento de fração granulométrica mais grossa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

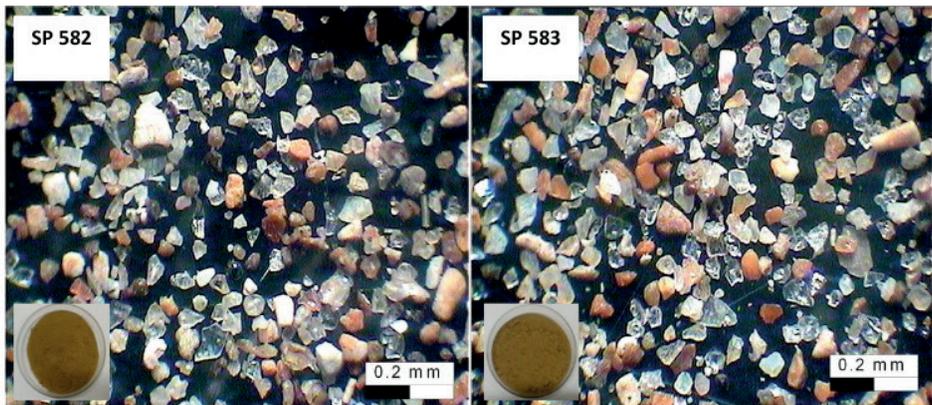


Figura 9 – Aspectos do grau de arredondamento dos grãos de sedimento de fração granulométrica mais fina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

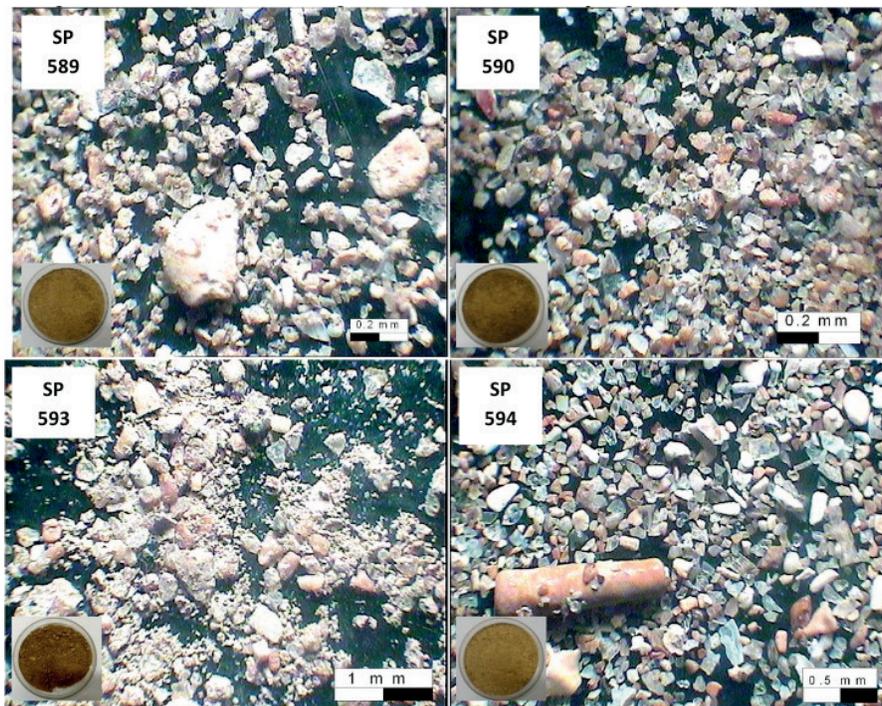


Figura 10 – Fragmentos de biodetritos (gastrópode, briozoário e foraminífero) e aspectos do grau de arredondamento dos grãos de sedimento de fração granulométrica mais fina.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A matéria orgânica concentra de 4 a 8% na maioria das amostras de sedimento. A maior concentração está localizada na desembocadura dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Figura 11), o que susceptível de estar associada a maior contribuição da descarga fluvial e material terrígeno.

A maior parte dos pontos de sedimentos coletados é representada por areias biolitoclásticas e bioclásticas, como mostrado no mapa das fácies sedimentares (Figura 12). Isto ocorre em razão da intensiva ocorrência de fragmentos de biodetritos (ver figuras 6 a 10). Pequenas áreas caracterizadas por areias litobioclásticas também ocorrem.

A vasa calcária arenosa ocorre em ambientes onde, possivelmente, há fragmentos de carapaças de organismos marinhos de frações areia de fina a argilosa, associadas à desembocadura dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim mais no norte da área e Rio Reis Magos no sul.

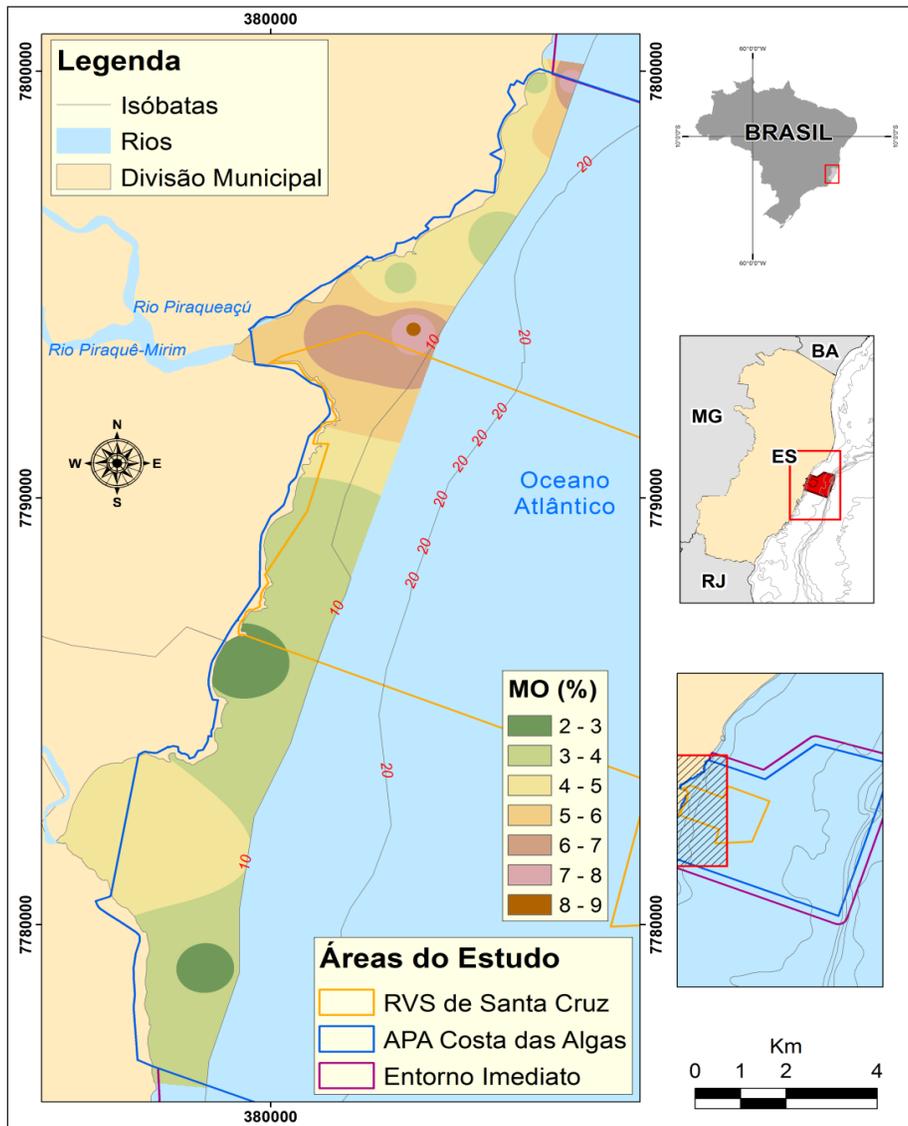


Figura 11 – Mapa da distribuição dos teores de matéria orgânica na plataforma rasa até a cota de dez metros.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 12 – Mapa da distribuição das fácies sedimentares, segundo a classificação de Larsonneur.

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classificação sedimentológica, envolvendo os parâmetros granulometria, teor de carbonato de cálcio e grau de seleção dos grãos, está intrinsecamente ligada à posição geográfica dos sedimentos na plataforma continental interna nas áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz até a isóбата de -10 metros. Nas proximidades das desembocaduras dos rios da região, os sedimentos denotam um caráter mais fino, diferente de outros setores do levantamento.

A ocorrência de fragmentos de carapaças de organismos marinhos dos *Filos Bryozoa Molusca* (bivalves e gastrópodes) e *Foraminífera* é significativa em quase toda a área, menos nas áreas mais próximas das desembocaduras dos rios. Esta ocorrência de carapaças de organismos marinhos é **proporcional** à maior distribuição de sedimentos de frações areia de média a grossa. Também há fragmentos de alguns minerais, como quartzo, feldspato e alguns pesados.

A distribuição das classes e fácies granulométricas é mais influenciada pelas condições hidrodinâmicas locais e pela geometria da linha de costa, do que pela geomorfologia de fundo.

REFERÊNCIAS

DAVIES, B.E. Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter, **Soil Science Society of America Journal.**, v. 38, p. 347-353, 1974.

DIAS, G.T.M. Classificação de sedimentos marinhos: Proposta de Representação em Cartas Sedimentológicas. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996, 3: 423-426.

FOLK R.L.; WARD W.C. Brazos River Bay: Study of the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 1957, 27:3-27.

LORING, D.H.; RANTALA, R.T.T. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. **Earth – Science Reviews**, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. v. 32, p. 23, 1992.

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Luís Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

Francisco Gleidson da Costa Gastão

Universidade Federal do Ceará (UFC). Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Laboratório de Dinâmica Costeira (Labdic)
Fortaleza - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4638493810134754>

Pedro Bastos de Macedo Caneiro

Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAR), Campus Ministro Reis Velloso.
Parnaíba - Piauí
<http://lattes.cnpq.br/4952505973108101>

Caroline Vieira Feitosa

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/5803317636470355>

RESUMO: A plataforma continental correspondente ao sudeste do Brasil possui uma fisiografia bastante peculiar e diversificada, demonstrando geomorfologia marcada por canais, recifes, terraços marginais, em muitos casos com larguras expressivas, como no Banco de Abrolhos. Os parâmetros granulométricos de um sedimento, como textura e granulometria, ajudam a entender os processos de sedimentação

de determinado ambiente (ALBINO, 1999). A classificação de Larsonneur (DIAS, 1996), que leva em consideração o teor de carbonato de cálcio contido no sedimento associado aos fragmentos de carapaças de organismos marinhos originados pela decomposição bioquímica da estrutura esquelética, define bem os fácies sedimentares que compõem o mosaico do fundo marinho. Foi utilizado um amostrador Van Veen para a coleta das amostras nos 70 pontos amostrais, foram realizadas análise granulométrica, determinação de teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica dessas amostras, além da análise do conteúdo de biodetritos dos sedimentos. A distribuição dos sedimentos quanto ao tamanho médio dos grãos, de uma maneira geral, obedece à variação da profundidade, com sedimentos mais finos localizados nas profundidades abaixo dos 35 metros, e os mais grossos situados nas maiores profundidades. De acordo com os dados de distribuição e composição dos sedimentos, foram definidos cinco fácies sedimentares para as áreas das UCs: os fácies Rodolitos (R), Areia Bioclástica (AB), Areia Biolitoclástica (ABI), Areia Litoclástica (AL) e Lama Terrígena (LT). O mapeamento dos fácies sedimentares e das feições submarinas revela grande potencial nas áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, além do Entorno Imediato de 2000m, para a existência e manutenção de um vasto mosaico de habitats marinhos, haja vista a grande troca de material que ocorre entre os ambientes, tanto continente-marinho, quanto marinho-marinho.

PALAVRAS-CHAVE: APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, fácies sedimentares e feições submarinas

THE FACIES AND SUBMARINE FEATURES

ABSTRACT: The continental shelf corresponding to southeastern Brazil has a very peculiar and diversified physiography, showing geomorphology marked by channels, reefs, marginal terraces, in many cases with expressive widths, as in the Abrolhos Bank. The granulometric parameters of a sediment, such as texture and granulometry, help to understand the sedimentation processes of a given environment (ALBINO, 1999). The Larsonneur classification (DIAS, 1996), which takes into account the calcium carbonate content contained in the sediment associated with the fragments of carapace of marine organisms caused by the biochemical decomposition of the skeletal structure, defines well the sedimentary facies that make up the bottom mosaic marine. A Van Veen sampler was used to collect the samples at 70 sample points, granulometric analysis, determination of calcium carbonate and organic matter contents of these samples were carried out, in addition to the analysis of the sediment's biotritite content. The distribution of sediments as to the average grain size, in general, obeys the variation of depth, with finer sediments located at depths below 35 meters, and the thickest located at greater depths. According to the sediment distribution and composition data, five sedimentary facies were defined for the UC areas: the Rodolithic facies (R), Bioclastic Sand (AB), Bioliticlastic Sand (ABI), Litoclastic Sand (AL) and Terrigenous Mud (LT). The mapping of sedimentary facies and underwater features reveals great potential in the areas of the Conservation Units Costa das Algas EPA and Santa Cruz WLR, in addition to the 2000m Immediate Surroundings, for the existence and maintenance of a vast mosaic of marine habitats, given the great exchange of material that occurs between environments, both marine-marine and marine-marine.

KEYWORDS: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, sedimentary facies, submarine features

INTRODUÇÃO

Coutinho (2005) descreve a margem continental brasileira como uma das poucas a possuir grande variedade morfológica e sedimentológica, entre os ambientes da plataforma continental e talude.

A plataforma continental, especificamente, é sem dúvida um dos ambientes mais propícios à deposição de material sedimentar. Isso decorre, principalmente, das diversas fontes, origem, transporte e mecanismos de sedimentação. Tais situações dividem o processo de sedimentação na plataforma continental em terrígena e marinha.

A plataforma continental correspondente ao sudeste do Brasil possui uma fisiografia bastante peculiar e diversificada, demonstrando geomorfologia marcada por canais, recifes, terraços marginais, em muitos casos com larguras expressivas, como no Banco de Abrolhos. É também caracterizada pela cobertura de sedimentos biotritíticos (COUTINHO, 2005) e bancos de rodolitos (PEREIRA-FILHO *et al.*, 2011; AMADO-FILHO *et al.*, 2012a; AMADO-FILHO *et al.* 2012b).

A cobertura sedimentar é responsável pelo mosaico das fácies sedimentares da plataforma continental, desde as características texturais (tamanho do grão) e composicionais do sedimento. Os parâmetros granulométricos de um sedimento, como textura e granulometria, ajudam a entender os processos de sedimentação de determinado ambiente (ALBINO, 1999). Segundo a autora, o diâmetro médio da distribuição

granulométrica e a diversidade das formas dos bioclastos atuam sobre o grau de seleção granulométrico. Isso se deve ao fato de o sedimento ser composto por diversos fragmentos de organismos de tamanhos e formatos distintos. Flok & Robles (1964) *apud* Albino (1999) sugerem que a distribuição granulométrica dos sedimentos bioclásticos e não bioclásticos (quartzosos) refletem as condições energéticas dos ambientes de sedimentação. Estas características também refletem o hábito de vários organismos marinhos bentônicos. Já a classificação de Larssonneur (DIAS, 1996), que leva em consideração o teor de carbonato de cálcio contido no sedimento associado aos fragmentos de carapaças de organismos marinhos originados pela decomposição bioquímica da estrutura esquelética, define bem os fácies sedimentares que compõem o mosaico do fundo marinho.

Os estudos sobre *habitats* marinhos mostram que a fisiografia, a profundidade, a dureza do substrato, a textura do sedimento e a morfologia de fundo são amplamente utilizadas para a classificação e mapeamento do fundo marinho (JONES E SYMS, 1998; YOKLAVICH *et al.*, 2000; KENNY *et al.*, 2003; KENDALL *et al.*, 2005; GREENE *et al.*, 2007; MOURA *et al.*, 2009; AMADO-FILHO & PEREIRA-FILHO, 2012A; SECCHIN *et al.*, 2013; WÖLFL *et al.*, 2014; PARRY *et al.* 2015).

METODOLOGIA

A malha amostral para a análise dos fácies sedimentares contou com um total de 70 pontos (Figura 1). Para a coleta, foi utilizado um amostrador Van Veen com área de 0,15m² e volume amostral de 5 litros (5x10⁻³). A coleta de sedimento foi realizada a bordo da embarcação *Abaeté* (Figura 2) de 2016 a 2020 nas áreas estudadas.

A análise granulométrica foi realizada pelos peneiramentos úmido e mecânico (SUGUIO, 1973) no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG) do Instituto de Ciências do Mar (Labomar) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Estatisticamente, foi interpretada pelo *software* ANASED 5.0 (LIMA *et al.*, 2001), quando foi feita a classificação granulométrica, de acordo com Wentworth (1922), para as classes de seixos/granulo (>4 e 2 mm), areia (>64 μ m a <2 mm) e lama (<64 μ m). A determinação dos teores de carbonato de cálcio (CaCO₃) e matéria orgânica (MO) foi realizada utilizando os métodos gravimétrico (LORING e RANTALLA, 1992) e calcinação (DAVIES, 1974), respectivamente.

O conteúdo de biodetritos dos sedimentos foi analisado por via de triagem em lupa, de acordo com a metodologia proposta em Tinoco (1989), em três frações granulométricas (seixos e grânulos, areia grossa e areia fina). Posteriormente, o material foi quantificado e registrado por meio de fotografia. A determinação dos componentes biodetríticos, de acordo com nível taxonômico do filo, foi baseada nos estudos de Tinoco (1989) e Matthews-Cascon & Martins (2006).

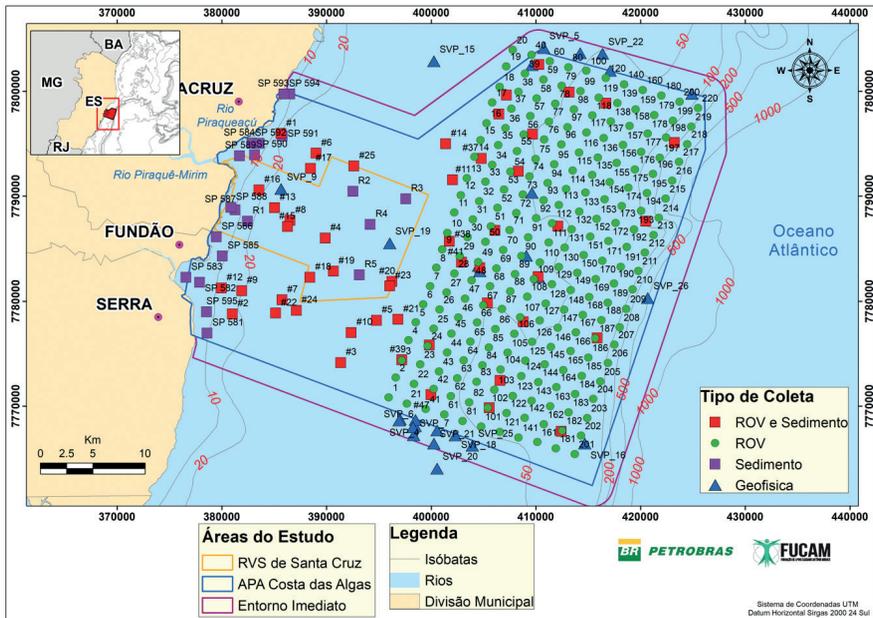


Figura 1 – Localização e tipos de coletas nas áreas estudadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 2 – Embarcação utilizada na coleta de sedimento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A caracterização dos fácies sedimentares de fundo, por ponto amostral, foi feita pelo processamento dos dados granulométricos juntamente com os dados de CaCO_3 no software ANASED 5.0 (LIMA *et al.*, 2001), com base em Larsonneur, modificado por Dias (1996). O autor utiliza códigos atribuídos às terminologias em português das classificações

dos fácies sedimentares, com cada parte da terminologia correspondente a uma letra ou código. O estudo relatado neste capítulo fez uma adaptação aos códigos para os fácies sedimentares mapeados, também mencionada no capítulo 8, que foram a Lama (L) Terrígena (T), corresponde ao código LT, assim como as fácies Areia (A) Litoclástica (L) – AL, Areia (A) Biolitoclástica (Bl) – ABI, Areia (A) Bioclástica (B) – AB, e Rodolitos (R).

O mapeamento dos fácies sedimentares contou com a definição individual de fácies para cada ponto amostral, seguindo a taxinomia proposta por Larsonneur, modificada por Dias (1996). Para cada ponto foi atribuído um valor correspondente a um fácies classificado. Com amparo na distribuição dos valores na área estudada, foi feita sua interpolação pelo Método do Inverso da Distância Ponderada, no *software* QGIS, versão 2.4 “Chugiak” (SHERMAN *et al.* 2007), permitindo a geração de áreas mapeadas correspondentes a cada um dos fácies sedimentares.

Os dois métodos geofísicos empregados para o mapeamento de fundo em alta resolução e identificação das feições submarinas, marcas de substrato nas áreas das Unidades de Conservação, foram a batimetria multifeixe (*multibeam*) e sísmica de alta resolução em transectos paralelos às isóbatas (Figura 3) e espaçados a cada uma milha náutica (1852 m).

Os dados do sonar de varredura lateral foram adquiridos em transectos paralelos às isóbatas, espaçadas a cada uma milha náutica (1852 m) (Figura 3). Os transectos foram percorridos de modo a gerar uma faixa de varredura total de 200m de largura para o imageamento do fundo. Cada faixa de 200m de dados adquiridos corresponde a uma área que, por sua vez, foi dividida em seções (Seções A, B, C, D, E, F e G) de acordo com as isóbatas preexistentes (Figura 4).

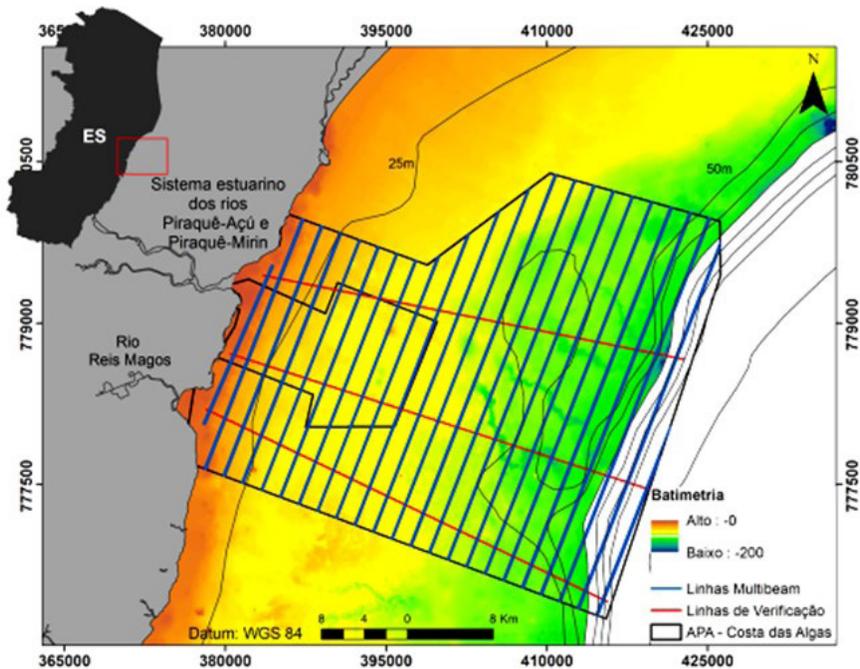


Figura 3 –Mapa batimétrico na região da APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz com o planejamento das linhas adquiridas em transectos paralelos às isóbatas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A batimetria multifeixe foi realizada com o sistema Multibeam RESON Seabat 7101, consistente em um ecobatímetro que opera em uma frequência de 240 kHz (Figura 4.5).

Para o levantamento sísmico de alta resolução, recorreu-se ao sistema Chirp, modelo SB-216S (Figura 6), do fabricante Edgetech, que opera numa variação de frequência de 2-16 kHz e o Boomer modelo Geo-Boomer 300-500 (Figura 7) do fabricante Geomarine.

O Side Scan Sonar Klein, modelo 4900, apresenta dupla frequência simultânea de aquisição (455 e 900 KHz) e adquire dados sonográficos de varredura lateral do fundo marinho (Figura 8).

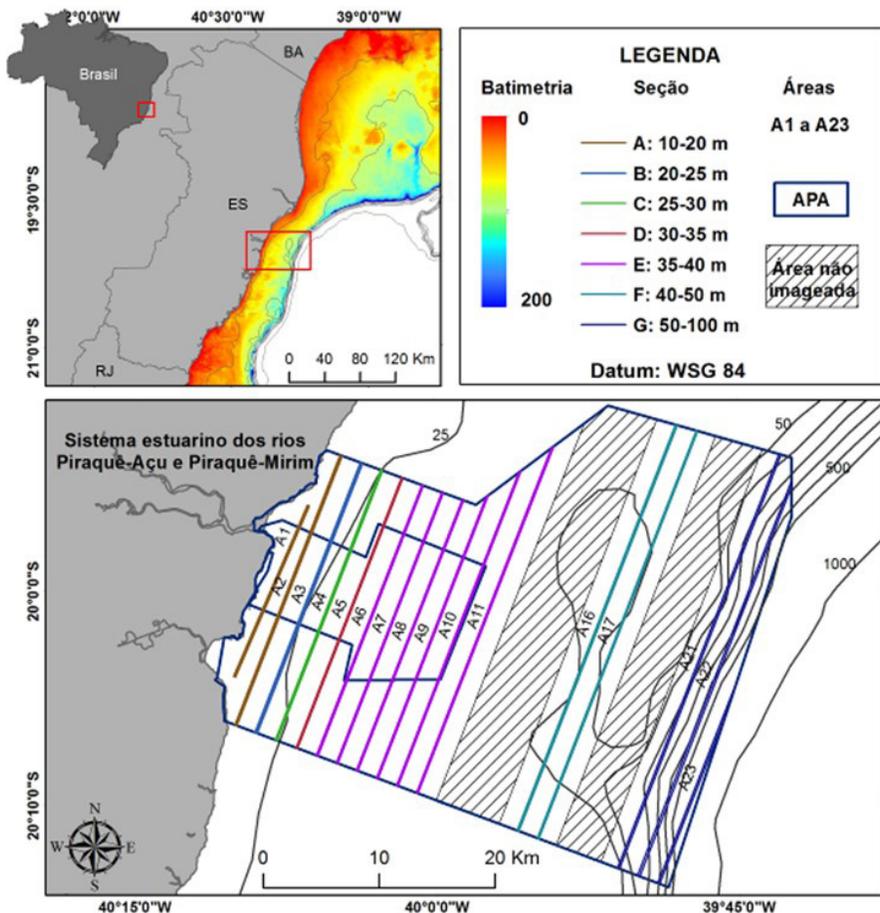
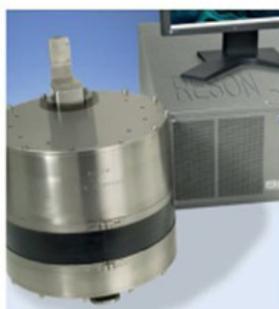


Figura 4 – Mapa de localização da APA Costa das Algas, com informações dos transectos paralelos às isóbatas dentro das Seções e Áreas da aquisição de dados geofísicos.

Fonte: Elaborado pelo autor.



ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA SEABAT 7101

Frequência	240 kHz
Comprimento do feixe paralelo	1,5°
Taxa máxima de ping	40 Hz
Comprimento do pulso	21 µseg até 225 µseg
Quantidade de feixes	Até 511 feixes no modo selecionável
Máximo ângulo swath	150° (opcional de 210°)
Profundidade típica	0,5m a 300m (St) / 0,5m a 475m (ER)
Profundidade máxima	350m (St) / 500m (ER)
Profundidade da resolução	12,5 mm
Interface dos dados	Batimetria, sidescan & snippets. Formato de dados em 7K.

Figura 5 – Ecobatímetro multifeixe RESON SeaBat 7101 e especificações técnicas do equipamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Tow Vehicle		SB-216S
Frequency Range		2-16 kHz
Pulses (user selected)		2-16 kHz, 2-12 kHz, 2-10 kHz
Vertical Resolution		6 cm / 2-15 kHz 8 cm / 2-12 kHz 10 cm / 2-10 kHz
Penetration (typical)		
In coarse calcareous sand (meters)		6
In clay (meters)		80
Beam Width (depends on center frequency)		17° / 2-15 kHz 20° / 2-12 kHz 24° / 2-10 kHz
Size (centimeters)		
Length		105
Width		67
Height		40
Weight		76 kg

Figura 6 – Equipamento chirp, do fabricante Edgetech, modelo SB-216S e especificações técnicas do equipamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Specifications of the Geo-Boomer 300-500	
Maximum input energy	2 pops of 500 Joules / sec, or 4 pops of 250 Joules / sec
Maximum input voltage	-5600 V
Signature	Single acoustic pulse of 0.25-0.50 ms
Dominant frequency	Bandwidth 2000 - 4000 Hz, depending on the selected energy level
Transducer depth	Adjustable from 10 cm to 20 cm below surface
Shipping	PVC container 60 x 80 x 120 cm
Transducer Plate plus Baffle	
dimensions	Plate 40 x 40 x 8 cm, Baffle 50 x 50 x 10 cm
Weight	24.5 kg / 39.5 kg
Material Plate	Epoxy
Material Baffle	Poly acetal plus PU foam
Catamaran Frame	
Dimensions	HxWxD = 55x75x105 cm
Weight	30 kg
Material	Marine quality stainless steel 316, passivated, with aluminum anodes and electrically interrupted to eliminate induced loop currents in frame

Figura 7 – Boomer modelo Geo-Boomer 300-500, mobilizado na embarcação *Sangue Bom* e as especificações do equipamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Technology	Single beam
Frequency	455 kHz / 900 kHz
Pulse type	FM CHIRP and CW
Horizontal beamwidth	0.3° @ 455 kHz / 0.3° @ 900 kHz
Across track resolution	2.4 cm @ 455 kHz / 1.2 cm @ 900 kHz
Maximum operating range	200 m @ 455 kHz, 75 m @ 900 kHz
Vertical beam center	Tilted down 20° from horizontal
Output data format	SDF (Sonar Data Format), or XTF (Extended Triton Format) or both - selectable

Figura 8 – Sonar de varredura lateral (*side scan sonar*) fabricante Klein, modelo 4900, mobilizado na embarcação *Sangue Bom* e especificações técnicas do equipamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O levantamento geofísico ocorreu simultaneamente, isto é, foram adquiridos dados de batimetria multifeixe, sonar de varredura lateral e sísmica de alta resolução nas mesmas campanhas, a bordo da embarcação *Sangue Bom* (Figura 9). Esta possui casco em aço, potência do motor de 720 HP (2 motores de 360 HP) e 18,3 m de comprimento.



Figura 9 – Vista externa da embarcação *Sangue Bom* e vistoria realizada pelo Professor Dr. Luís Parente Maia, em 23/10/17.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A morfologia do fundo marinho, ou feições submarinas, também foi interpretada com suporte na interpolação dos dados batimétricos monofeixe das folhas de bordo do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil, além dos dados do Projeto de Pesquisa *Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m*. O método estatístico de interpolação utilizado foi o Inverso da Distância Ponderada, aplicado em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) no software QGIS versão 2.4 Chugiak (SHERMAN *et al.*, 2007).

O processamento dos dados geofísicos arrimado no software SonarWiz 7 gerou os mosaicos em formato GeoTiff, com resolução de 0,5 metros/pixel. Os três padrões sonográficos de fundo foram interpretados de acordo com a intensidade de retorno do sinal acústico (IRSA), como Alta IRSA, Baixa IRSA e Alternada IRSA. Estes permitiram o mapeamento de peculiaridades do fundo na região de estudo como estruturas irregulares/rígidas, marcas de fundo e depressões circulares.

Os dados e resultados referentes à batimetria multifeixe foram processados na plataforma CARIS, onde foram criados os arquivos “XYZ” e os modelos digitais de

profundidade, ambos com 0,50 metro de resolução espacial. Foram geradas imagens GeoTiff das principais feições de fundo, como paleocanais, estruturas recifais e marcas de fundo.

A *Verdade de Campo*, ou imageamento do fundo marinho, foi realizada com a utilização de um ROV (*Remotely Operated Vehicle*) (Figura 10) em duas campanhas, uma em fevereiro de 2018 (pontos #1 a #50) e outra em julho de 2020 (pontos 1 a 220) (ver figura 4.1). O equipamento utilizado foi um BlueROV2 com campo de visão de 110° e resolução de 1920×1080 *pixels*. O imageamento foi feito durante 15 minutos aproximadamente, o que garantiu um perfil amostral de aproximadamente 300 metros para cada ponto. As imagens do ROV garantiram observações sobre o tipo de substrato (sedimento), além da identificação de feições no fundo marinho.

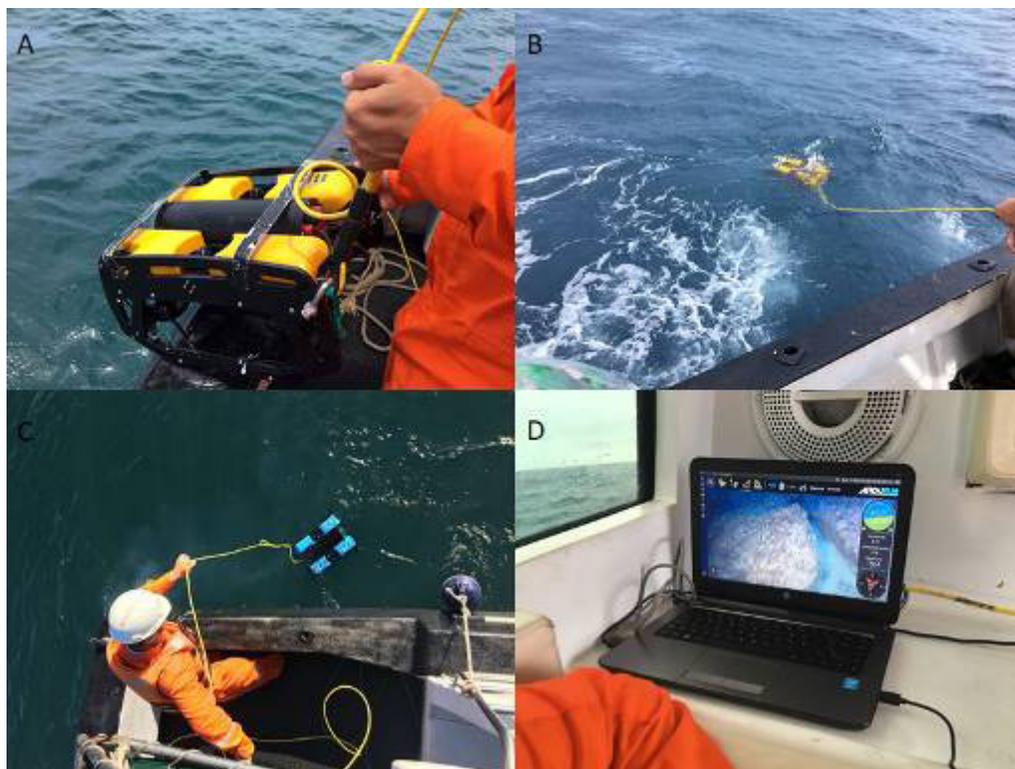


Figura 10 - A) Lançamento do ROV; B) Equipamento submergindo; C) Técnico fazendo o lançamento do ROV; D) Imagens do ROV em tela de computador a bordo da embarcação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DO SEDIMENTO DE FUNDO

A distribuição dos sedimentos quanto ao tamanho médio dos grãos, de uma maneira geral, obedece à variação da profundidade, com sedimentos mais finos localizados nas profundidades abaixo dos 35 metros, e os mais grossos situados nas maiores profundidades.

As classes granulométricas que predominam na área são as areias grossas (0,5 a 2 mm), representando 31,7%, seguidas das areias finas (0,17 a 0,06 mm) com 20%, seixos e grânulos (≥ 4 a 2 mm) com 18,7%, areia média (0,35 a 0,25 mm) com 15% e lama ($< 0,06$ mm) com 14,6% (Figura 11).

Os sedimentos com maior composição de seixos e grânulos estão distribuídos na porção ENE da área, entre as profundidades de 50 e 70 metros (Figura 12a), nas proximidades do talude continental, mas também ocorrem perto da linha de costa na porção NW da área. Fragmentos biodetríticos de algas calcárias dos tipos rodolitos e lithothamnium, bem como de outros organismos bentônicos dos *Filos Mollusca* (gastrópodes e bivalves), *Bryozoa* (briozoário) e *Echinodermata* (ouriço) (Figura 13a) compõem os sedimentos das frações supracitadas.

Desde a porção SW a NE da área, da profundidade de 10 a 70 metros, passando pela parte central da área, ocorrem sedimentos arenosos de fração granulométrica grossa (Figura 12b). Estes são compostos por fragmentos biodetríticos de rodolitos e *lithothamnium*, em menor quantidade em comparação com as frações seixos e grânulos, além de carapaças dos *Filos Mollusca* (gastrópodes e bivalves), *Bryozoa* (briozoário), *Foraminifera*, *Annelida* (poliqueta), *Arthropoda* (Crustacea), *Porifera*, *Echinodermata* (ouriço) (Figura 13b).

A fração areia média, sendo a menos representativa entre as frações das classes de areia, tem sua distribuição mais concentrada apenas em uma pequena área no limite norte da área do estudo, na profundidade de 45 metros (Figura 12c). Por não terem representatividade entre as frações de areia, não foi feita a identificação dos componentes biodetríticos.

Já os sedimentos arenosos das frações areia fina estão distribuídos entre os setores NE e NW da área, nas profundidades de 25 a 60 metros (Figura 12d). São compostos em sua maioria por fragmentos biodetríticos de organismos bentônicos do *Filo Foraminifera*, seguido por fragmentos dos *Filos Mollusca* (gastrópodes e bivalves), *Bryozoa* (briozoário), *Echinodermata* (ouriço), *Porifera* e *Arthropoda* (crustacea), além de grãos de minerais de quartzo (Figura 13c). Já os fragmentos de algas calcárias, como rodolitos e *lithothamnium*, não ocorrem nos sedimentos destas frações. A fração lama é mais bem distribuída desde a linha de costa, nas proximidades da desembocadura dos rios Piraquê-Açu e Piraquê Mirim, até a profundidade de aproximadamente 30 metros (Figura 12e).

Os sedimentos com maior concentração de CaCO_3 (de 70 a 93%) estão situados nos setores nordeste, leste e sudeste da área, entre as profundidades de 50 a 70 metros, mas também ocorrem no setor SW, entre 35 e 40 metros de profundidade (Figura 12f), ambos associados à ocorrência de rodolitos e biodetritos. Uma grande faixa de sedimentos com teores de CaCO_3 variando de 60 a 70%, ocorre na porção central desde o limite NE até o SW da área, associados a uma mistura entre sedimentos terrígenos e carbonáticos. Já os sedimentos com teores de CaCO_3 menores do que 50% estão situados nas profundidades abaixo de 35 metros.

A distribuição dos teores de CaCO_3 corroboram a classificação granulométrica, a variação da profundidade (Figura 12g) e, conseqüentemente, a distribuição dos biodetritos na área, o que definiu duas zonas principais de sedimentação, uma mais terrígena situada até a profundidades de 40 metros e outra carbonática, nas profundidades abaixo de 50

metros. Vale ressaltar a existência, entre as profundidades de 35 e 50 metros, de uma zona de mistura entre sedimentos siliciclásticos e carbonáticos.

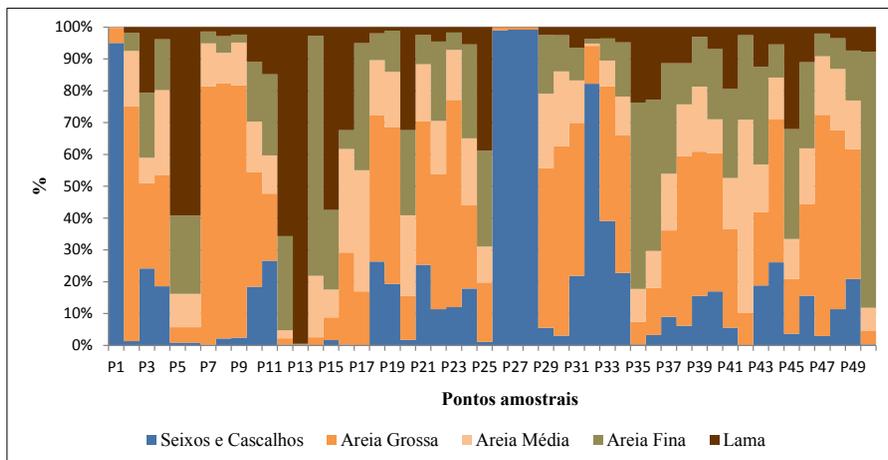


Figura 11 - Percentagens das frações granulométricas da área das UCs com base na classificação de Wentworth (1922).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A geoquímica e os teores de matéria orgânica (MO) também contribuíram no entendimento da distinção entre estes dois principais regimes de sedimentação na área estudada. Os sedimentos de mais lamosos a arenosos finos, com pouco teor de CaCO_3 , e que estão mais próximos da costa, tiveram maiores concentrações de metais, como o cromo (Cr), zinco (Zn), vanádio (V), manganês (Mn), além da matéria orgânica. Já os sedimentos arenosos mais grossos, seixos e grânulos e com teores de CaCO_3 mais elevados, em razão dos componentes biodetríticos, tiveram menor relação com a matéria orgânica, bem como denotaram maior concentração do metal bário (Ba), como observado no gráfico de Análise de Cluster (Figura 14).

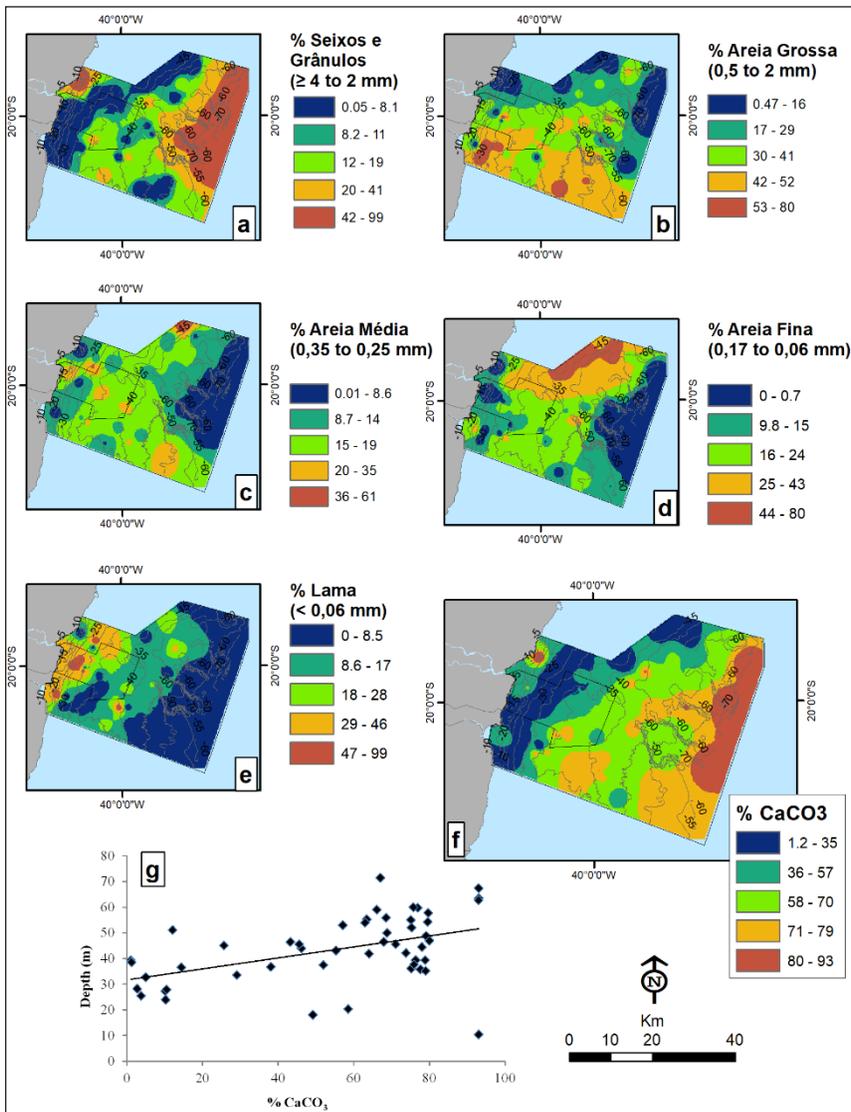


Figura 12 - Distribuição percentual das frações granulométricas dos sedimentos de fundo e teor de carbonato de cálcio. (Granulometria com base em Wentworth, 1922).

Fonte: Elaborado pelo autor.

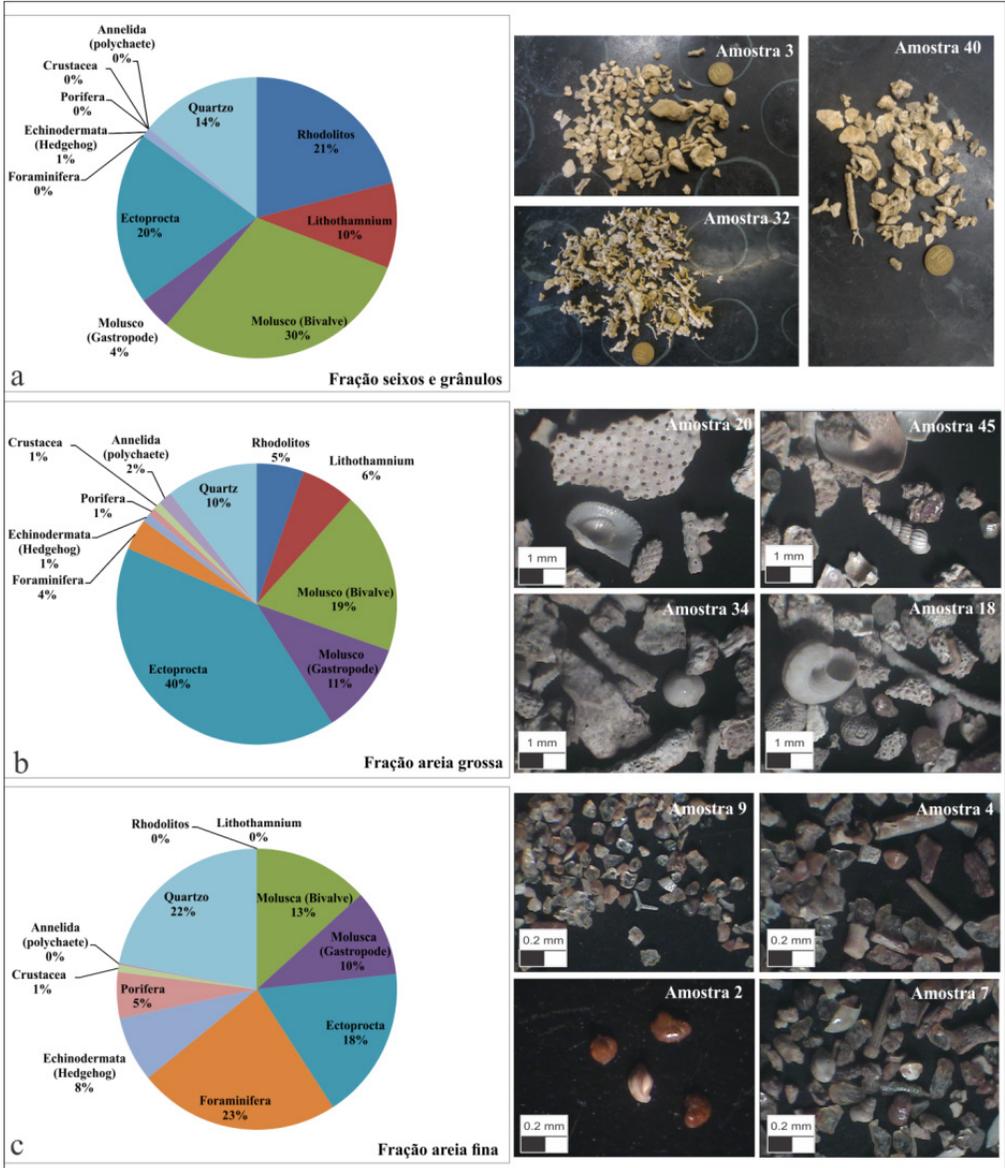


Figura 13 - Abundância relativa total de fragmentos biotriticos das frações seixos e grânulos (a), areia grossa (b) e areia fina (c).

Fonte: Elaborado pelo autor.

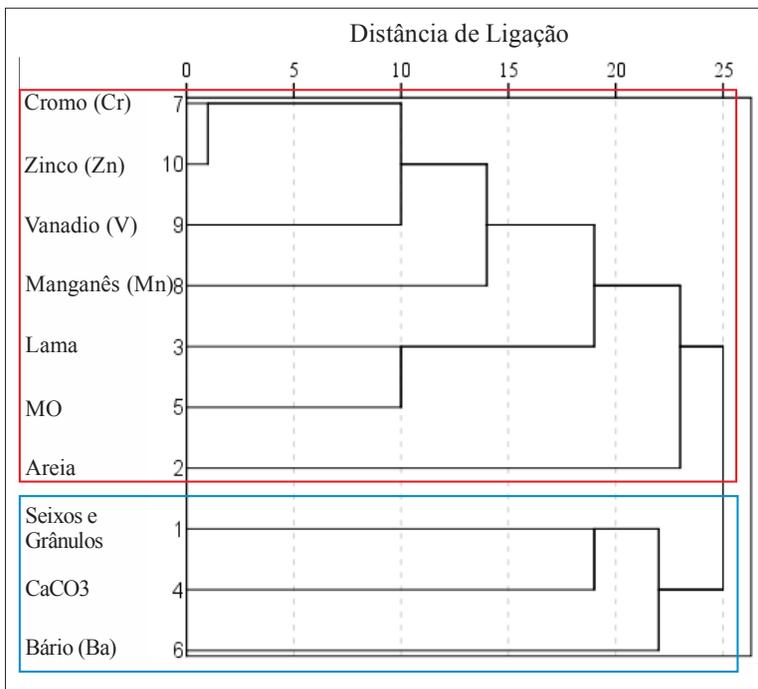


Figura 14 - Análise de agrupamento (cluster) entre as concentrações de metais e os teores de matéria orgânica (MO), CaCO₃ e classes granulométricas das amostras de sedimento de fundo marinho. Quadro vermelho corresponde aos sedimentos terrígenos e quadro azul aos sedimentos ricos em biodetritos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

OS FÁCIES SEDIMENTARES E AS FEIÇÕES DE FUNDO

Com suporte nos dados de distribuição e composição dos sedimentos, cinco fácies sedimentares foram definidos para as áreas das UCs. Os fácies Rodolitos (R) e Areia Bioclástica (AB) pertencentes ao grupo de sedimentos de composição carbonática acima de 70% e sedimentos com frações granulométricas, variando de seixos a areia grossa; o fácies Areia Biolitoloclástica (ABI) correspondente aos sedimentos de fração areia grossa e com 50 a 70 % de carbonato de cálcio; e os fácies Areia Litoclástica (AL) e Lama Terrígena (LT), compostas por sedimentos de fração granulométrica de areia fina a lama e teores de carbonato de cálcio abaixo de 30% (Figura 15).

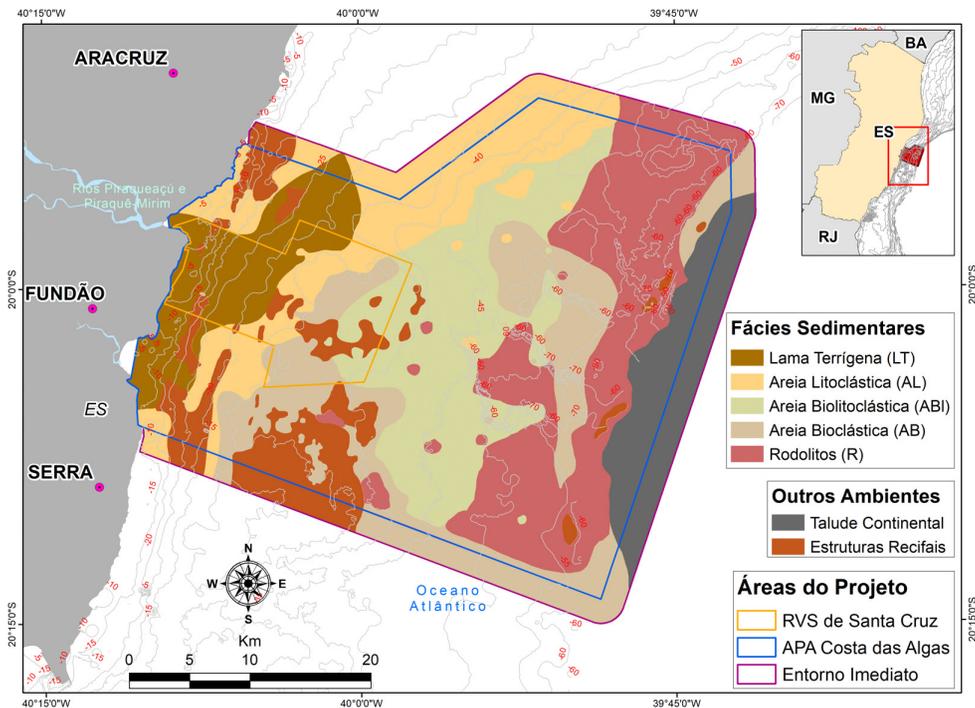


Figura 15 - Mapa de distribuição dos fácies sedimentares (de acordo com Larsonneur, modificado por Dias 1996).

Fonte: Elaborado pelo autor.

O imageamento feito pelo ROV, juntamente com a interpolação dos dados da batimetria monofeixe das folhas de bordo do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil (Figura 16), além das informações dos dados e resultados sonográficos e batimetria multifeixe de Boni *et al.* (2018) e Vieira *et al.* (2018), ambos trabalhos resultantes do Projeto de Pesquisa “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”, além de Rocha *et al.* (2018), complementaram o entendimento sobre as características geomorfológicas de fundo da plataforma continental correspondente aos fácies sedimentares das Unidades de Conservação, além do Entorno Imediato aqui estudados.

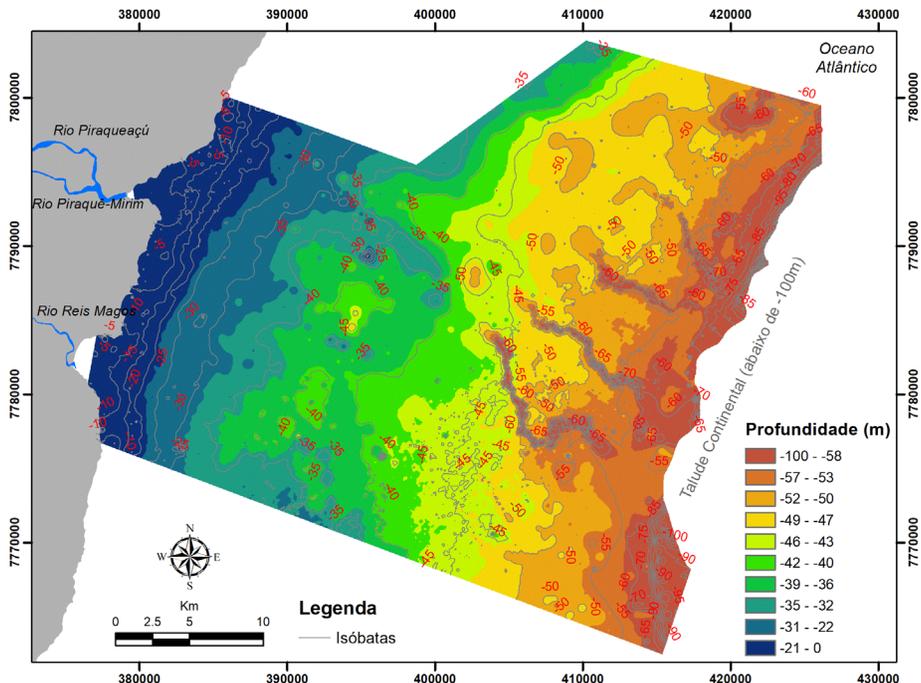


Figura 16 – Batimetria monofeixe feita a partir dos das folhas de bordo do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor.

FÁCIES AREIA BIOCLÁSTICA - AB

O fácies Areia Bioclástica (AB) ocupa um total de 281,4 km² de extensão. Possui declividade média de 0,20° nos setores mais centrais da plataforma continental e 1,2° de declividade média nas proximidades do talude continental. Também possui morfologia marcada pelos canais que cortam o fácies Rodolitos.

O padrão sonográfico exclusivo para este *habitat* se mostrou com IRSA de alta intensidade do sinal, com distribuição homogênea do substrato e moderada rugosidade. Já as características hidrodinâmicas revelam influência das ondas no substrato, com as correntes variando entre 5, 12 e 18 cm/s.

Os sedimentos de fundo são compostos, na maior parte, por fragmentos de rodolitos mortos, além de carapaças de outros organismos bentônicos (Figuras 17b e 17c). No contato com o fácies Areia Litoclástica (AL), entre as profundidades de 35 e 40 metros, aparecem marcas onduladas de fundo do tipo simétrica (Figura 17d), oriundas das ações hidrodinâmicas das ondas e correntes no substrato. Também aparecem entre estruturas recifais na profundidade de 35 metros (Figuras 17e e 17f).

FÁCIES RODOLITOS - R

O fácies sedimentar Rodolitos (R), como o mais representativo em termos de área dentre todos os fácies, possui 338,6 km² de extensão, e está inserido apenas na Unidade de Conservação APA Costa das Algas, na zona mais calma da plataforma continental, onde a ação hidrodinâmica das ondas é menos intensa ou quase inexistente, uma vez que não foram detectadas marcas de fundo no substrato deste fácies. Possui declividade suave de 0,13° e leve aumento nas proximidades do talude continental para 1,8°. É marcado pela ocorrência de canais (Figura 18a) com profundidade e largura média de 20 e 700 metros, respectivamente. Além de rodolitos, compõem o substrato outras algas vermelhas coralináceas como *maerl* e *lithothamnium* (Figuras 18b e 18c).

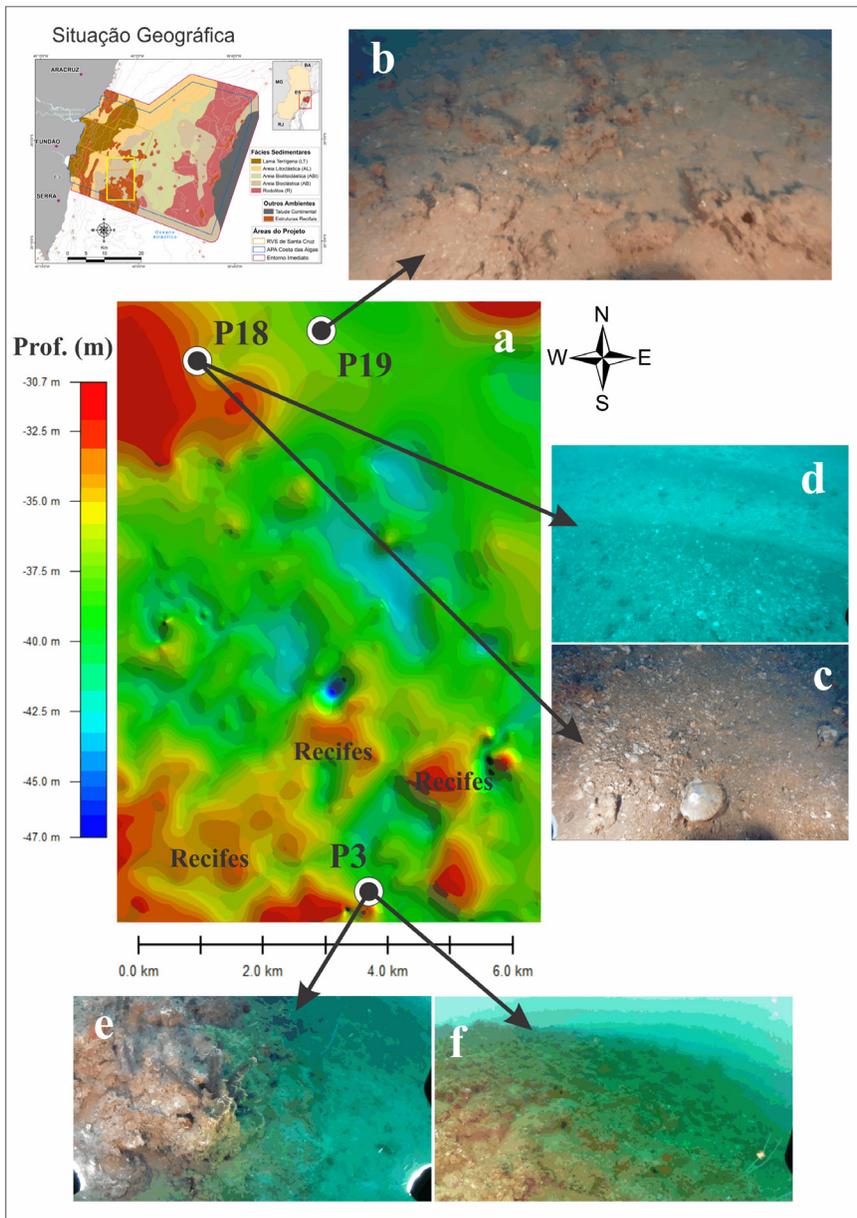


Figura 17 – MDT do fácies Areia Bioclástica (AB) entre estruturas recifais (a). Características de fundo do fácies Areia Bioclástica. Fragmentos de rodolitos mortos e outros organismos bentônicos (b e c). Marcas de ondas simétricas (d). Estruturas recifais próximas ao fácies Areia Bioclástica (e, f).

Fonte: Elaborado pelo autor.

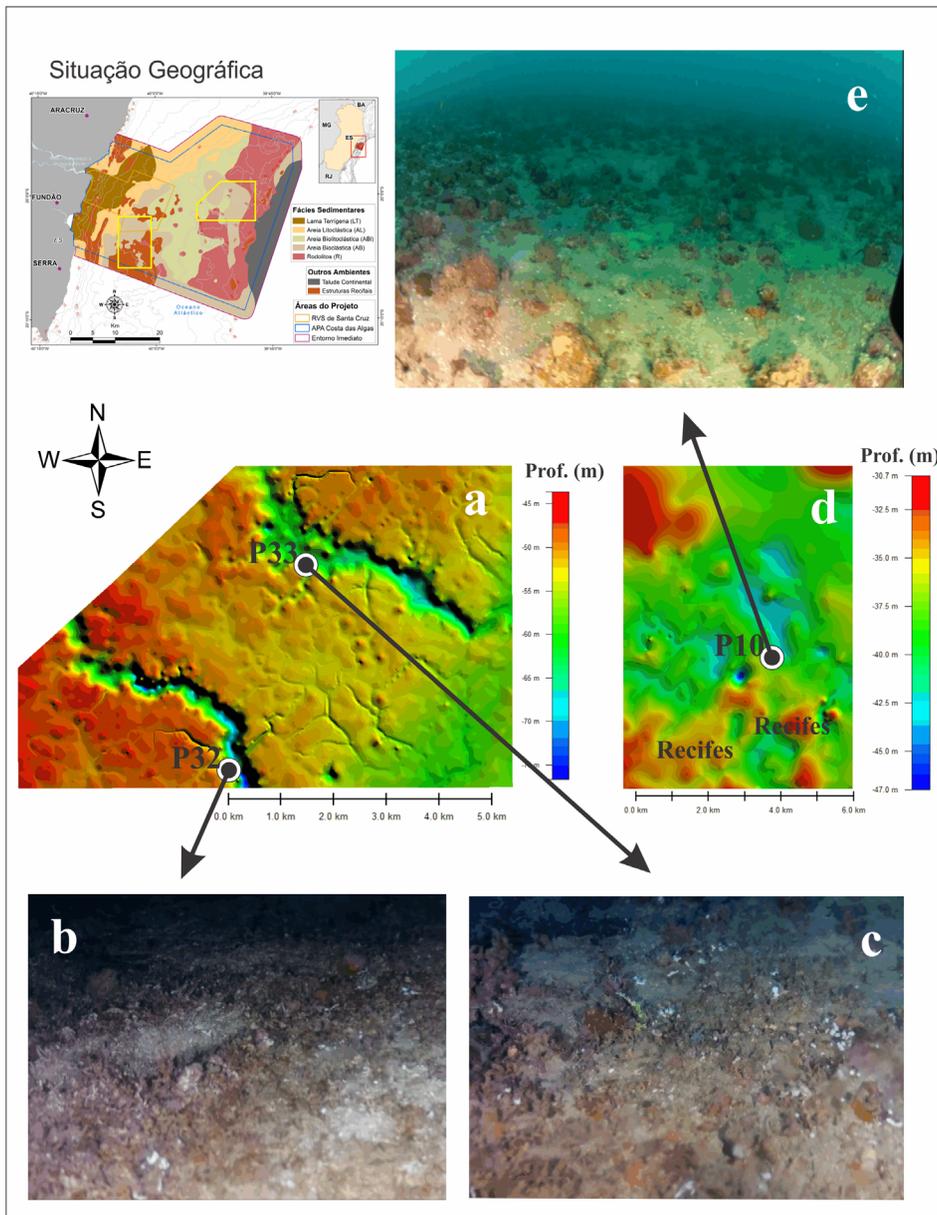


Figura 18 – Características de fundo do fácies Rodólitos (R). a – Modelo Digital de Terreno (MDT) dos canais. b e c – algas vermelhas coralináceas como *maerl* e *lithothamnium* entre fragmentos de rodólitos. d – MDT mostrando o relevo do fácies Rodólitos entre estruturas recifais. e – banco de rodólitos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tem como principal característica extensas áreas ocupadas por bancos de rodólitos que, em muitos casos, estão associadas a estruturas recifais (Figuras 18d e 18e), em profundidades variando de 40 a 60 metros. Também ocorrem neste fácies biodetritos de

algas vermelhas coralinas e alguns organismos bentônicos dos *Filos Mollusca* e *Ectoprocta*.

Nas proximidades do talude continental, o fácies Rodolitos (R) está associado aos recifes rochosos, onde há ictiofauna abundante, formando cardumes (Figura 19).

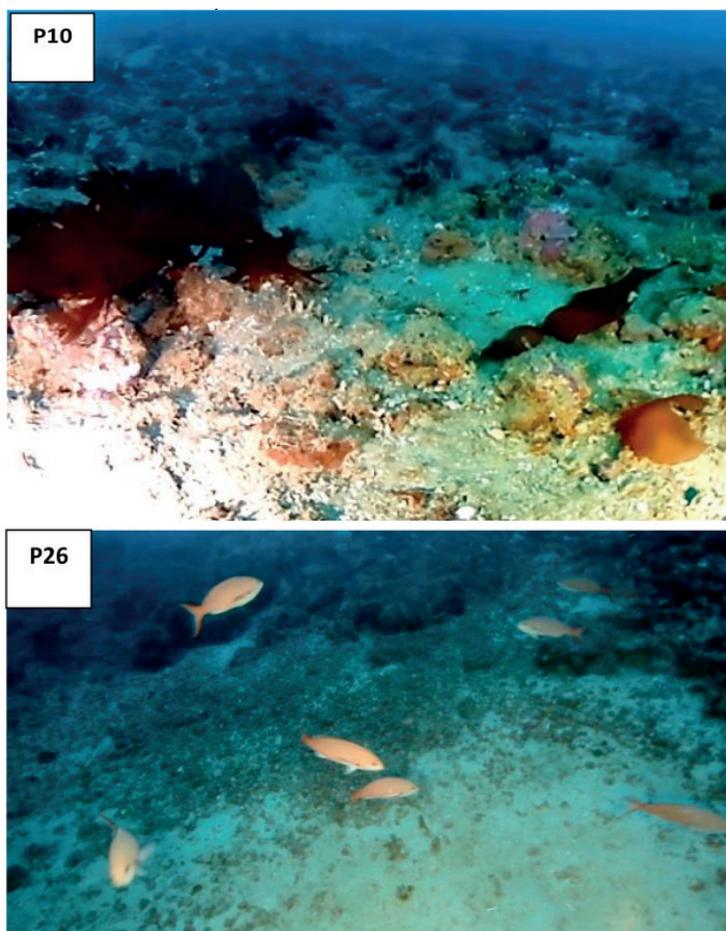


Figura 19 – Características de fundo do fácies Rodolitos (R) nos pontos 10 e 26. Ponto 26 – próximo aos recifes rochosos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

FÁCIES AREIA BIOLITOCLÁSTICA – ABL

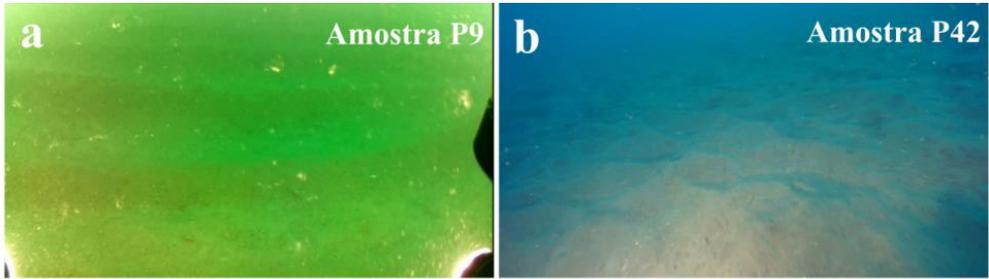
O fácies Areia Biolitoclástica (ABI) tem as mesmas características do fácies Areia Bioclástica (AB), distinguindo apenas nas concentrações dos teores de carbonato de cálcio, em razão de compor parte do material terrígeno do fácies Areia Litoclástica (AL). O fácies Areia Biolitoclástica (ABI) também é composto por fragmentos biodetríticos, porém mais esparsos, misturados com material terrígeno, ocupando uma área de 271,5 km², distribuída entre as UCs.

FÁCIES AREIA LITOCLÁSTICA – AL E LAMA TERRÍGENA – LT

O fácies Areia Litoclástica (AL) está situado nas duas UCs, ocupando uma área de 247 km². Possui morfologia homogênea e suave entre as profundidades de 30 e 35 metros, com declividade de 0,1°. Já entre 5 e 25 metros de profundidade, nas proximidades da linha de costa, a morfologia apresenta declividade de 0,23°, com intensas marcas onduladas de fundo dos tipos simétrica e cristas regularmente espaçadas (Figura 20a) e linguoide (Figuras 20b e 20c), relacionadas às ações hidrodinâmicas unidirecionais e multidirecionais, respectivamente, das ondas e correntes. Abundante ocorrência de mica muscovita é notada, compondo o sedimento neste fácies, assegurando robusta influência da sedimentação terrígena.

Lama Terrígena (LT) é o fácies com menor representatividade dentro das áreas das UCs. Ocupa uma área de 136,8 km² e praticamente a metade da área da RVS de Santa Cruz. Está distribuído de frente à desembocadura dos Rios Piraquê-Açu, Piraquê-Mirim e Reis Magos. Possui morfologia semelhante ao do fácies Areia Litoclástica, com leves marcas onduladas de fundo dos tipos simétrica e linguoide no contato com as areias finas do fácies Areia Litoclástica (AL) (Figura 20d). Uma das características do fácies Lama Terrígena é o elevado grau de turbidez na coluna d'água (Figura 20e), causado por perturbações da hidrodinâmica no substrato, principalmente nos pontos mais próximos da linha de costa.

Os padrões sonográficos de baixa intensidade IRSA, para os dois fácies supracitados, revelam fundo homogêneo (Figura 21), sem quaisquer variações de rugosidade, que indicam alta absorção e/ou dispersão do pulso acústico.



Situação Geográfica

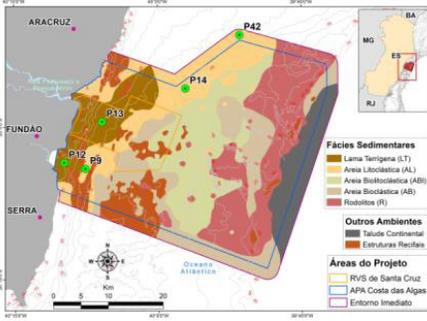


Figura 20 – Características de fundo dos fácies Areia Litoclástica e Lama Terrígena. a – marcas de fundo simétricas no fácies Areia Litoclástica. b e c – marcas de fundo linguoides no fácies Areia Litoclástica. d – marcas de fundo mistas dos tipos simétrica e linguoide. e – material em suspensão no fácies Lama Terrígena.

Fonte: Elaborado pelo autor.

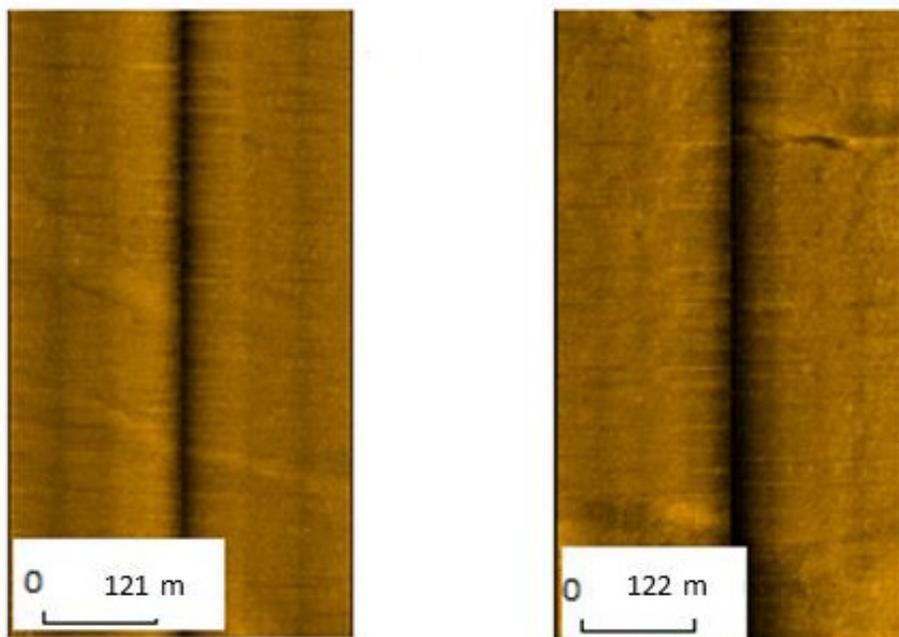


Figura 21 – Sonogramas que representam o padrão Baixa IRSA e fundo homogêneo dos fácies Areia Litoclástica (AL) e Lama Terrígena.

Fonte: Elaborado pelo autor.

RECIFES ROCHOSOS

Entre os fácies sedimentares se encontram os recifes rochosos. Estes estão distribuídos por quase toda a área, desde a linha de costa até as proximidades do talude continental, porém são mais abundantes nas profundidades abaixo de 40 metros. Possuem uma área representativa de 137 km² e elevada rugosidade.

Muito embora os recifes rochosos estejam mais abundantemente distribuídos nas isóbatas abaixo de 40 metros, as estruturas recifais mais bem desenvolvidas, no tocante a altura e destaque em relevo, estão localizadas nas profundidades acima de 50 metros nas proximidades da quebra da Plataforma Continental (Figuras 22 e 23). Estão associadas aos bancos de rodolitos e abundante fauna representada por vários cardumes de peixes que nadam sobre os recifes (Figuras 22 e 23).

A ictiofauna também ocorre nos recifes mais costeiros (Figura 24), porém menos abundante. E a flora é caracterizada por algas marinhas que colonizam os recifes de corais (Figura 25). A menor ocorrência de fauna e flora nos recifes rochosos que estão abaixo da isóbata de -40 metros é consequência da influência da sedimentação terrígena sobre estas estruturas naquelas profundidades, o que torna a ocupação da vida marinha mais restrita, em razão das características do substrato (PAIVA, 1993). Lourenço e Marques Junior (2002) ressaltam que ambientes marinhos localizados nas proximidades da costa são susceptíveis de ser afetados pela entrada de água doce vinda dos rios, e de

sedimentos terrígenos, aumentando a turbidez nestes ambientes, diminuindo a entrada de luz e, conseqüentemente, a produtividade marinha. Tal situação é ressaltada entre o contato dos recifes rochosos com o fácies Areia Litoclástica (AL), onde, provavelmente, há soterramento das estruturas recifais, observado no ponto amostral do ROV P11 (Figura 26). Os recifes deste ponto também foram registrados por Boni *et al.* (2018) e Vieira *et al.* (2018) entre os dados dos padrões sonográficos (Figura 27) e da batimetria multifeixe (Figura 28).

Muitas destas estruturas recifais se encontram isoladas e intercaladas por sedimentos inconsolidados carbonáticos. Segundo Cooke *et al.* (2007), muitas destas estruturas formam bordas de circunferências com padrão de crescimento e altura variada, como chapeirões.

Outro fator importante para a distribuição e abundância dos organismos marinhos são os padrões heterogêneos de *habitats*, que constituem estruturas físicas, além de depósitos de seixos e cascalhos, que fornecem aos organismos *habitats* utilizáveis como refúgio e berçários (WOODIN, 1981), como os que ocorrem nos *habitats* correspondentes aos fácies Areia Biolitoclástica (ABI) e Areia Bioclástica (AB), onde há um aumento na ocorrência de fauna e flora quando comparados ao fundo sem rugosidade dos fácies Lama Terrígena (LM) e Areia Litoclástica (AL). Areia Biolitoclástica (ABI) e Areia Bioclástica (AB) formam ambientes compostos, principalmente, por cascalhos carbonáticos de biodetritos, ou fragmentos de carapaças de organismos marinhos, onde é possível observar algumas algas e aparecimento mais abundante da ictiofauna.

À medida que ocorre o aumento da rugosidade, como nos *habitats* relacionados aos bancos de rodolitos, existe aumento da biodiversidade, onde, conseqüentemente, são criados ambientes favoráveis para diversas macroalgas, invertebrados marinhos e peixes (FOSTER, 2001; STELLER *et al.*, 2003; FOSTER *et al.*, 2007).

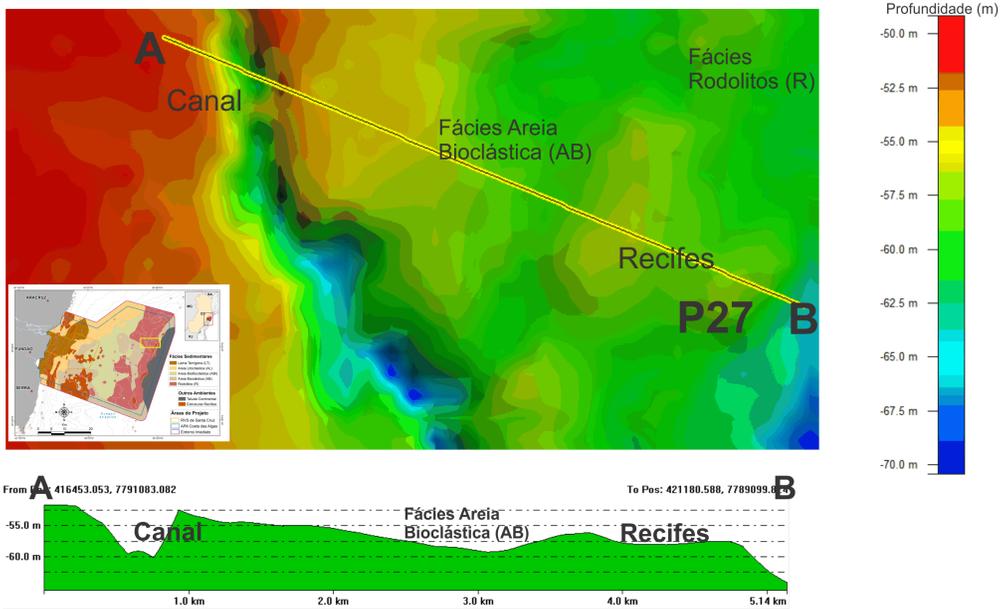


Figura 22 – Modelo Digital de Terreno (MDT) e aspectos dos recifes rochosos no ponto 27, registrados pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

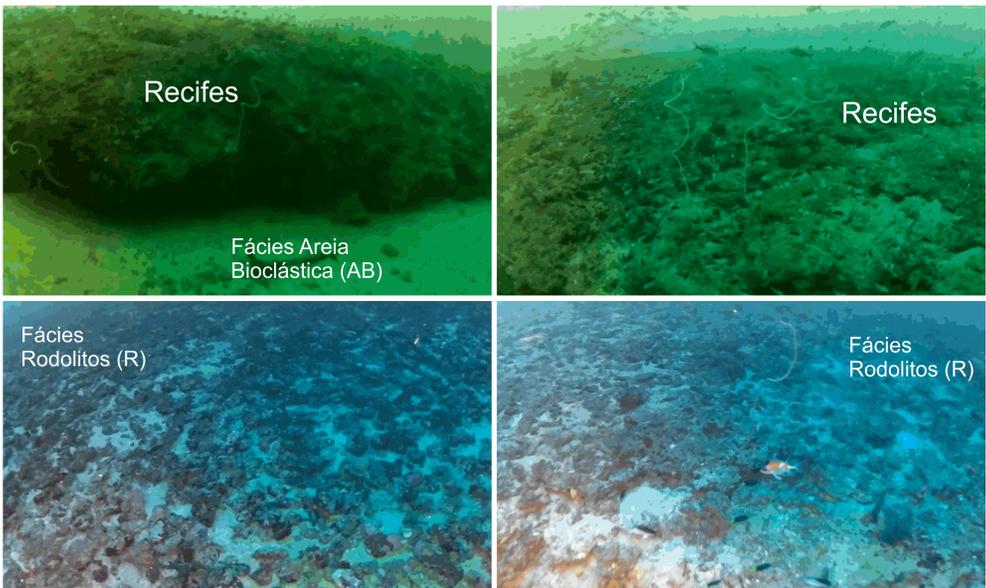
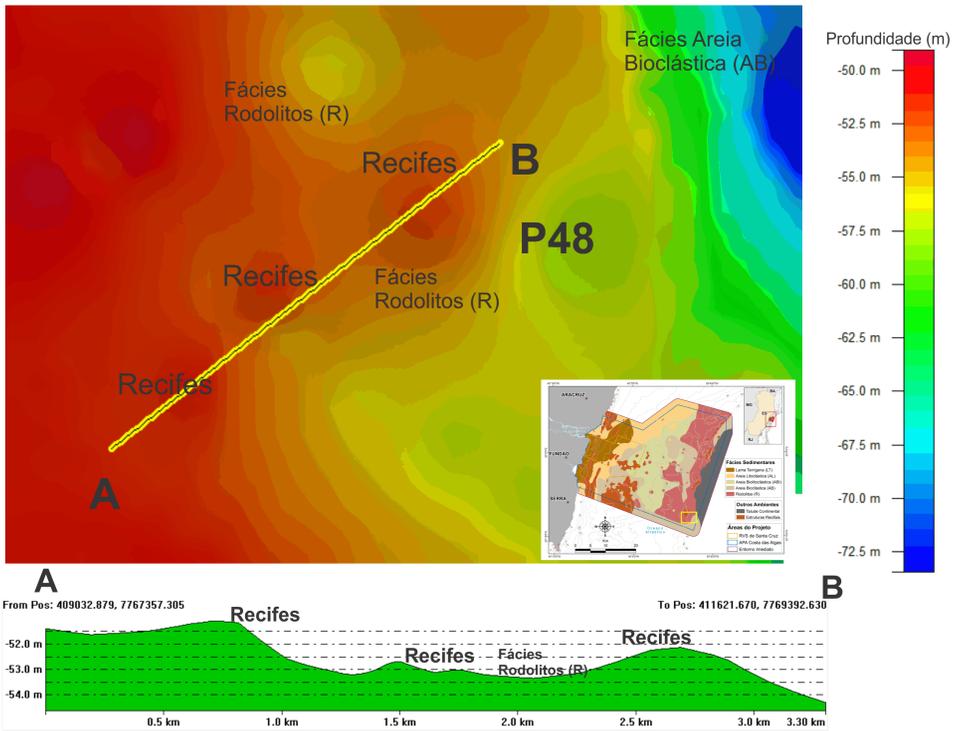


Figura 23 – Modelo Digital de Terreno (MDT) e aspectos dos recifes rochosos em contato com as fácies Areia Bioclástica (AB) e Rodolitos (R) no ponto 48, registrados pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

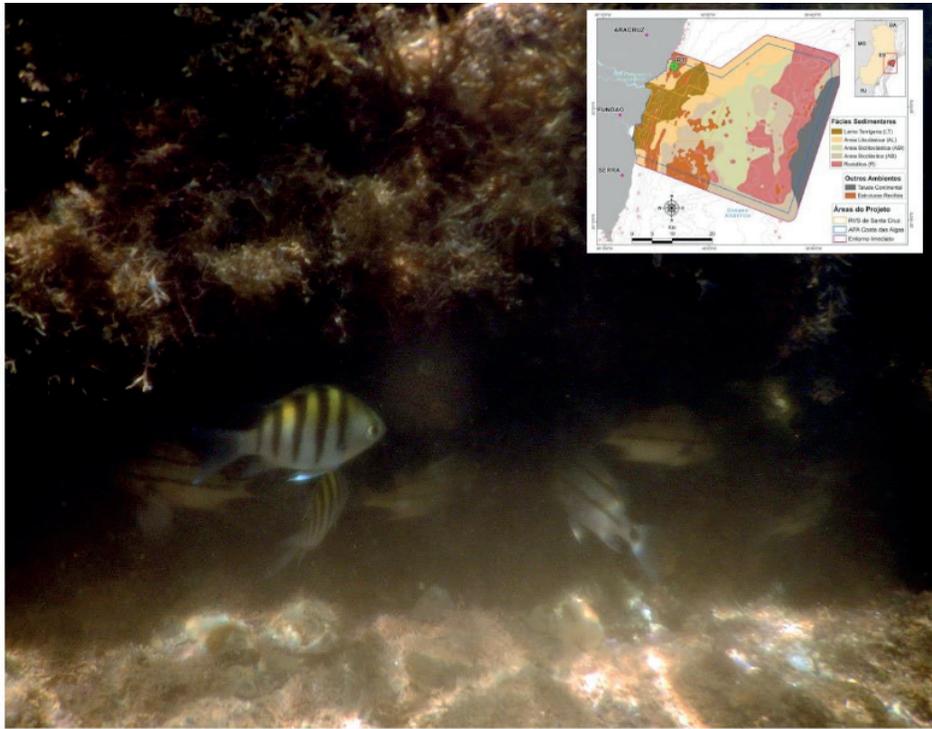


Figura 24 – Ictiofauna registrada nos recifes rochosos situados próximos da costa.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 25 – Flora marinha campeando recifes rochosos situados próximo à costa, registrada pelo ROV no ponto 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

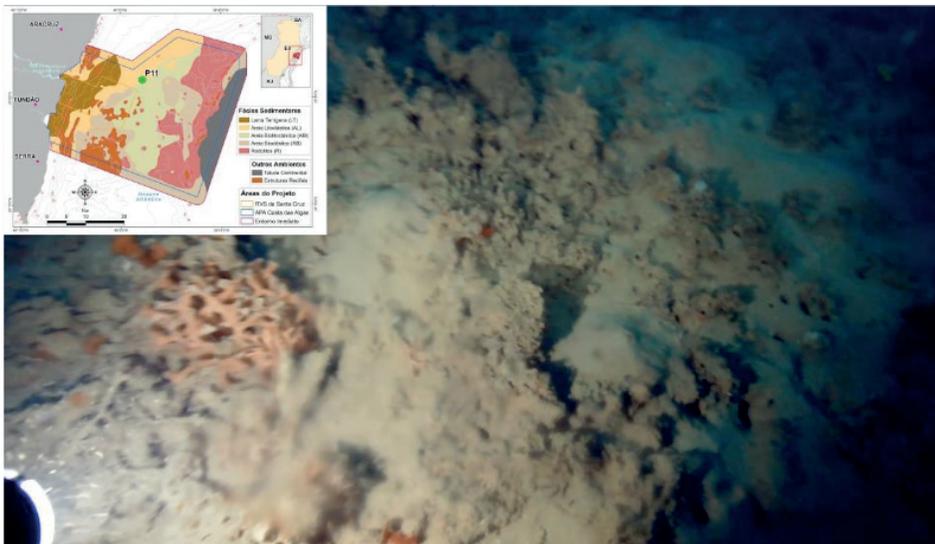


Figura 26 – Provável soterramento de recifes rochosos e esponjas pelos sedimentos do fácies Areia Litoclástica (AL), registrados pelo ROV no ponto 11.

Fonte: Elaborado pelo autor.

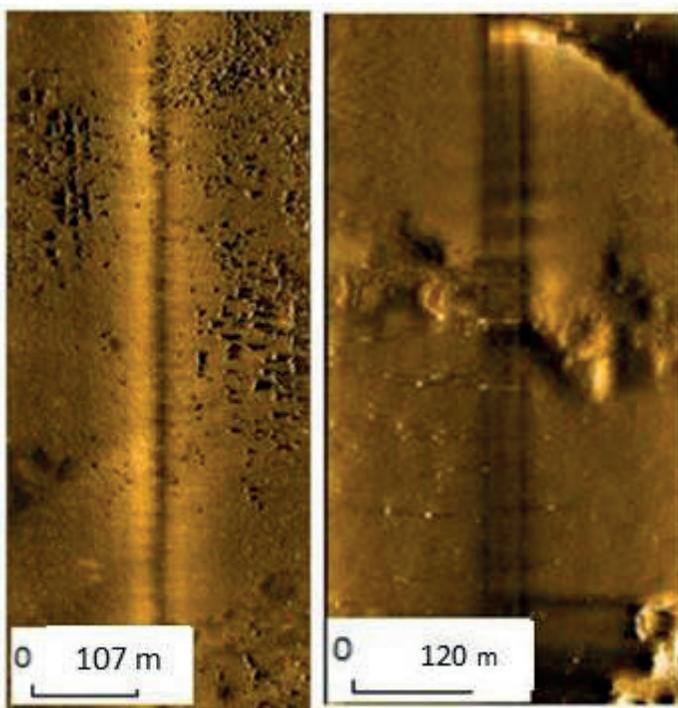


Figura 27 – Imagem de sonar de varredura lateral e feições alinhadas de recifes (1) e estruturas irregulares e heterogêneas (2) dos recifes rochosos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

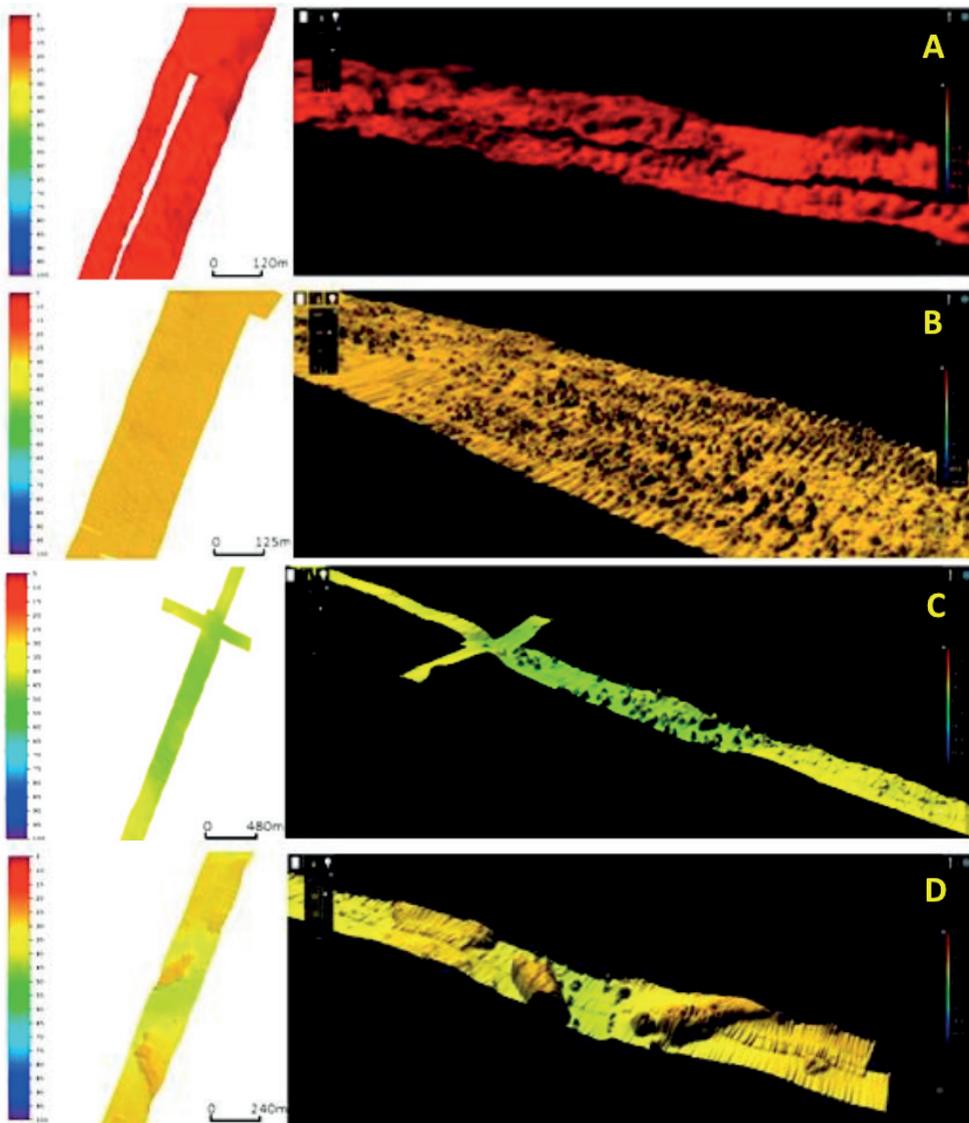


Figura 28 – Modelos digitais de terreno das estruturas recifais modeladas pelos dados da batimetria monofeixe das áreas da APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz e Entorno Imediato. A – bancos e estruturas recifais. B – estruturas recifais. C – canais e estruturas recifais. D – estruturas recifais entre canais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classificação sedimentológica, envolvendo os parâmetros da granulometria e o grau de seleção dos grãos, está intrinsecamente ligada à posição e à distribuição dos sedimentos na plataforma continental. Nas águas mais rasas, até a isóbata de 40 metros, predominam os sedimentos com características granulométricas, variando de areia de

média a muito fina, com áreas lamosas influenciadas pelas desembocaduras dos rios. Já nas profundidades superiores às cotas de 40 metros, dentro das áreas das Unidades de Conservação examinadas, os sedimentos são mais grossos e cascalhosos, compondo uma área com alta rugosidade e rodolitos. O aumento no tamanho do grão de sedimento é diretamente influenciado por fragmentos carbonáticos de organismos marinhos.

Os fragmentos de carapaças de organismos marinhos, como moluscos e algas calcificadas, são constantes em quase toda a área, de menor ocorrência, porém, nas áreas mais próximas das desembocaduras dos rios. Compõem, também, os sedimentos fragmentos de alguns minerais - como quartzo, feldspato e outros minerais pesados.

A quase predominância de carapaças de organismos marinhos proporciona uma distribuição faciológica mais voltada para os bioclastos do que litoclastos, o que condiciona para a área a maior participação da sedimentação marinha do que a terrígena.

Já as estruturas recifais, detectadas tanto pelo levantamento geofísico como pelo imageamento com ROV e verdade de campo, estão distribuídas em boa parte das áreas, com maior representação espacial, segundo os dados geofísicos, no setor sudeste. Também ocorrem próximos à quebra da plataforma continental, associadas aos bancos de rodolitos. Já as estruturas situadas mais próximas da costa são representadas pelas plataformas de abrasão, ocupadas por algas, corais e alguns organismos da ictiofauna.

O mapeamento dos fácies sedimentares e das feições submarinas revela grande potencial nas áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, além do Entorno Imediato de 2000m, para a existência e manutenção de um vasto mosaico de *habitats* marinhos, haja vista a grande troca de material que ocorre entre os ambientes, tanto continente-marinho, quanto marinho-marinho.

REFERÊNCIAS

ALBINO, J. **Processos de Sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga e Povoação**, ES. 1999. Tese de doutoramento em Ciências – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 1999.

AMADO-FILHO, G.M.; MOURA, R.L.; BASTOS, A.C.; SALGADO, L.T.; SUMIDA, P.Y.; GUTH, A.Z.; FRANCINI-FILHO, R.B.; PEREIRA-FILHO, G.H.; ABRANTES, D.P.; BRASILEIRO, P.S.; BAHIA, R.G.; LEAL, R.N.; KAUFMAN, L.; KLEYPAS, J.A.; FARINA M.; THOMPSON, F.L. 2012a. Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ bio-factories in the tropical South West Atlantic. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4, p. e35171, 2012a.

AMADO-FILHO, G.M.; PEREIRA-FILHO, G.H. Rhodolith beds in Brazil: a new potential *habitat* for marine bioprospection. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 22(4), 782-788. 2012b.

BONI, G.C.; D'AGOSTINI, D.P.; VIEIRA, F.V.; SOUZA, G.B.; BASTOS, A.C.; LEAL, C.A. 2018. Morfometria e Distribuição Espacial das Estruturas Recifais Neríticas da Área de Proteção Ambiental Costa Das Algas (Es). **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª Edição, p. 156-157.

COUTINHO, P.N. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil. **Relatório do Programa REVIZEE (1995-2000), Oceanografia Geológica**. Brasília, DF.: FEMAR/ SECIRM/MMA, 2005. 138 p.

DAVIES, B.E. Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter, **Soil Science Society of America Journal**, v. 38, p. 347-353, 1974.

DIAS, G.T.M. Classificação de sedimentos marinhos: Proposta de Representação em Cartas Sedimentológicas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996, 3: 423-426.

GREENE, H.G.; BIZZARRO, J.J.; O'CONNELL, V.M.; BRYLINSKY, C.K. Construction of digital potential marine benthic *habitat* maps using a coded classification scheme and its application. In Mapping the Seafloor for *Habitat* Characterization, pp. 141–155. Ed. by B. J. Todd, and H. G. Greene. Geological Association of Canada, St John's, Newfoundland, Canada. 2007.

JONES, G.P.; SYMS, C. 1998. Disturbance, *habitat* structure and the ecology of fishes on coral reefs. *Austral Ecol.* 23 (3), 287–297.

LORING, D.H.; RANTALA, R.T.T. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. **Earth – Science Reviews**, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. v. 32, p. 235-283, 1992.

KENDALL, M.S.; JENSEN, O.P.; ALEXANDER, C.; FIELD, D.; MCFALL, G.; BOHNE, R.; MONACO, M.E. Benthic Mapping Using Sonar, Video Transects, and an Innovative Approach to Accuracy Assessment: A Characterization of Bottom Features in the Georgia Bight. **Journal of Coastal Research**, 21 (6): 1154–1165. 2005.

KENNY, A. J.; CATO, I.; DESPREZ, M.; FADER, G.; SCHÜTTENHELM, R.T.E.; SIDE, J. An overview of seabed-mapping technologies in the context of marine *habitat* classification. **Journal of Marine Science**, 60: 411–418. 2003.

LIMA, S.F.; SILVA FILHO, W.F.; FREIRE, G.S.S.; MAIA, L.P.; DANTAS, R.P.; MONTEIRO, L.H.U. **ANASED 5.0i**, Programa de Análise, Classificação e Arquivamento de Parâmetros sedimentológicos. 2001.

MATTHEWS-CASCON, H.; MARTINS, I.X. **Práticas de Zoologia**: de Protozoários a Moluscos. Fortaleza, UFC/LABOMAR, 2006, 142p.

MOURA, R.L.; AMADO-FILHO, G.M.; KLEIN, D.A.; BASTOS, A.C.; ABRANTES, D.; BAHIA, R.G.; SUMIDA, P.Y.G.; GÜTH, A.Z.; FRANCINI-FILHO, R.B.; FERREIRA, C.M.; SECCHIN, N.A.; DUTRA, G.F. Ferramentas inovadoras para a caracterização e conservação de *habitats* bentônicos da plataforma continental: um estudo sobre os bancos de rodólitos de Abrolhos (BA e ES). Simpósio 19, **60º Congresso Nacional de Botânica**. Feira de Santana, Bahia, Brasil. 28/JUN – 03/JUL 2009.

PARRY, M.E.V.; HOWELL, K.L.; NARAYANASWAMY, B.E.; BETT, B.J.; JONES, D.O.B.; HUGHES, D.J.; PIECHAUD, N.; ELIWOOD, H.; ASKEW, N.; JENKINS, C.; MANCA, E. A Deep-sea Section for the Marine *Habitat* Classification of Britain and Ireland. JNCC report 530. In: **JNCC (2015). The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 15.03** [Online].

PEREIRA-FILHO, G.H.; AMADO-FILHO, G.M.; GUIMARÃES, S.M.P.B.; MOURA, R.L.; SUMIDA, P.Y.G.; ABRANTES, D.P.; BAHIA, R.G.; GÜTH, A.Z.; JORGE, R.R.; FRANCINI-FILHO, R.R. "Reef fish and benthic assemblages of the Trindade and Martin Vaz Island group, southwestern Atlantic". **Brazilian Journal of Oceanography**, 59(3): 201–212. 2011.

ROCHA, G.A.; BASTOS, A.C.; OLIVEIRA, N. Multibeam Backscatter Data as a Tool for Rhodolith Seabed Characterization. do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM). Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª edição, p. 105-106.

SECCHIN, N.A.; TEIXEIRA, J.B.; MARTINS, A.S.; PINHEIRO, H.T.; MOURA, R.L.; BASTOS, A.C. Traditional Ecological Knowledge and the mapping of benthic marine *habitats*. **Journal of Environmental Management**, v. 115, p. 241-250, 2013.

SHERMAN, G.E.; SUTTON BLAZEK, R.; HOLL, S.; DASSAU, O.; MITCHELL, T.; MORELY, B.; LUTHMAN, L. **Quantum GIS (QGIS) rev. 2.4 'Chugiak'**. 2007.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 p. 1973.

TINOCO, I.M. **Introdução ao estudo dos componentes bióticos dos sedimentos marinhos recentes**. Recife, Ed. Universitária da UFPE, 1989, 220p.

VIEIRA, F.V.; BASTOS, A.C.; D'AGOSTINI, D.P.; BONI, G.C.; BINDA, G.; LEAL, C.A. Morfologia e Distribuição das Feições Fisiográficas ao Longo da Plataforma Continental Central do Espírito Santo. **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª edição, p. 152-153.2018.

WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **J Geol.** 30:377–392. 1922.

WÖLFLA.-C.; LIM, C.H.; HASS, H.C.; LINDHORST, S.; TOSONOTTO, G.; LETTMANN, K.; KUHN, G.; WOLFF, J.O.; ABELE, D. **Distribution and characteristics of marine *habitats* in a subpolar bay based on hydroacoustics and bed shear stress estimations (Potter Cove, King George Island, Antarctica)**. *Geo-Marine Letters*, doi:10.1007/s00367-014-0375-1. 2014.

YOKLAVICH, M.; GREENE, H.G.; CAILLIET, G.; SULLIVAN, D.; LEA, R.; LOVE, M. *Habitat* associations of deep-water rockfishes in a submarine canyon: an example of a natural refuge: *Fishery Bulletin*, v. 98, p. 625-641. 2000.

CAPÍTULO 5

A CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Francisco Gleidson da Costa Gastão

Universidade Federal do Ceará (UFC). Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Laboratório de Dinâmica Costeira (Labdic)
Fortaleza - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4638493810134754>

Luís Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

Francisco Hiran Farias Costa

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca.
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/1893932553484268>

Luiz Fernando Loureiro Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9962754750741990>

RESUMO: O material oriundo do continente chega à plataforma continental através da descarga fluvial, trazendo, geralmente, elementos e compostos com potencial de contaminação do ambiente marinho. Segundo Kaushik et al. (2009), metais em sedimentos marinhos podem ter sua origem da própria natureza, ou ainda, ter origem

antropogênica. A campanha de sedimentos para a análise geoquímica utilizou um amostrador Van Veen para a coleta de sedimentos em 46 pontos amostrais, os outros quatro pontos foram representados por rodolitos. A variação das concentrações de metais nos sedimentos de superfície do leito oceânico corresponde às áreas do interior da RVS de Santa Cruz e APA Costa das Algas, bem como do Entorno Imediato de 2000m, mostrando que, em sequência de concentração média quantitativa, o manganês (Mn) predomina, seguido de vanádio (V), bário (Ba), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni), zinco (Zn), cobre (Cu), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd). Para o TPH, foi encontrada a menor concentração em mg/kg, dentre todos os valores detectados. A distribuição das concentrações de metais e TPH nos sedimentos de superfície do leito oceânico da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m se mostrou com poucas variações nos valores para todos os pontos amostrados. Alguns elementos - como o cádmio, chumbo, cobre, mercúrio e níquel - tiveram valores detectados que não ultrapassaram o Limite de Detecção (LD) de laboratório. Da mesma forma o TPH não registrou valores acima do LD.

PALAVRAS-CHAVE: APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, caracterização geoquímica, metais em sedimentos.

THE GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION

ABSTRACT: The material coming from the continent reaches the continental shelf through fluvial discharge, usually bringing elements and compounds with potential for contamination of the marine environment. According to Kaushik et al. (2009), metals in marine sediments may have their origin in nature, or even have an anthropogenic origin. The sediment campaign for geochemical

analysis used a Van Veen sampler to collect sediments at 46 sample points, the other four points being represented by rhodoliths. The variation in metal concentrations in the ocean bed surface sediments corresponds to the interior areas of the Santa Cruz WLR and Costa das Algas EPA, as well as the immediate surroundings of 2000m, showing that, following a quantitative average concentration, manganese (Mn) predominates, followed by vanadium (V), barium (Ba), lead (Pb), chromium (Cr), nickel (Ni), zinc (Zn), copper (Cu), mercury (Hg) and cadmium (Cd). For TPH, the lowest concentration in mg / kg was found, among all the detected values. The distribution of the concentrations of metals and TPH in the surface sediments of the ocean bed of the Santa Cruz WLR, Costa das Algas EPA and the immediate surroundings of 2000m showed little variation in the values for all sampled points. Some elements - such as cadmium, lead, copper, mercury and nickel - had values detected that did not exceed the Laboratory Detection Limit (LD). Likewise, TPH did not register values above LD.

KEYWORDS: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, geochemical characterization, metals in sediments.

INTRODUÇÃO

O material oriundo do continente chega à plataforma continental através da descarga fluvial, trazendo, via de regra, elementos e compostos com potencial de contaminação do ambiente marinho. Segundo Lacerda e Marins (2006), alguns dos componentes passíveis de chegar à plataforma continental através da sedimentação terrígena são os nutrientes, metais, radionuclídeos, hidrocarbonetos etc. O Rio Doce é o que mais contribui para a sedimentação terrígena na Bacia do Espírito Santo, segundo Aprile *et al.* (2004). Na região mais ao sul da Bacia, porém, abaixo da isóbata de 30 m, ocorrem regimes sedimentares misturados, resultado da interação dos agentes hidrodinâmicos sobre os sedimentos relíquias e terrígenos continentais. Estes últimos são oriundos do sistema estuarino Piraquê-Açu em período de cheia (ALBINO, 1999; SILVA *et al.*, 2013).

Segundo Kaushik *et al.* (2009), metais em sedimentos marinhos podem ter sua origem da própria natureza, ou ainda, ter origem antropogênica. A distribuição dos compostos e elementos químicos é influenciada por fatores naturais, como a textura do sedimento, composição mineralógica, estado de oxidação do material, processos de adsorção e transporte; ou por fatores antrópicos como lançamento de efluentes domésticos e industriais, ou poluição por defensivos agrícolas e fertilizantes. Os autores ressaltam que, em decorrência da combinação de vários fatores e complexos processos marinhos, as concentrações de metais nos sedimentos mudam de acordo com o espaço e o tempo.

A maior parte dos estudos sobre a ocorrência de metais pesados em sedimentos é feita em ambiente estuarino ou ao longo médio curso de rios (MESTRINHO, 1998; FIGUEIREDO *et al.*, 2003; JESUS *et al.* 2004; SILVA, 1999; BERRÊDO *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2017). É menor, entretanto, a quantidade de experimentos feitos em plataforma continental, relatando a ocorrência de metais pesados e outros componentes geoquímicos em sedimento. Alguns deles são os de Souza *et al.* (2005); Lima *et al.* (2006); Lacerda e Marins (2006); Souza (2007); Tavares (2008); e Aguiar Neto *et al.* (2016). Essa diferença está relacionada, decerto, a alguns fatores, como a maior facilidade financeira para executar os estudos, sendo menos onerosos, na maioria das vezes, em ambientes

fluvial e estuarino; ou, ainda, porque os ambientes fluviais, sobretudo os estuarinos, são os mais afetados pela descarga de metais e outros poluentes do que propriamente o ambiente marinho, em decorrência da grande e densa ocupação urbana naqueles ambientes.

Outra curiosidade é que a maioria dos estudos faz uma abordagem acerca da distribuição ou concentração dos metais e outros poluentes nos sedimentos de ambiente marinho, sem que haja uma comparação dos resultados com algum limite de detecção das concentrações passíveis de causar impactos ao meio ambiente marinho de maneira geral, em obediência a norma ou resolução, seja ela nacional ou internacional. Este fato decorre, muito provavelmente, da falta de uma resolução legal mais específica para os casos de limites de detecção de metais e outros componentes geoquímicos e orgânicos em sedimentos localizados em ambiente marinho ou oceânicos.

No Brasil, os primeiros documentos legais que mencionam materiais contaminados, sob o ponto de vista de níveis iguais ou acima dos valores de referência de qualidade para sedimentos, tratam da preocupação ou cuidados a serem tomados, adotando normas para o licenciamento ambiental de obras de dragagem e gestão de material dragado em águas de jurisdição brasileira. O primeiro documento data do ano de 2001, e trata-se de uma 'Minuta de Resolução' (BRASIL, 2001) elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente e a Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Tal minuta tratou de uma proposta para o processo 02000.001361/2002-79, que, por sua vez, gerou a Resolução CONAMA N° 344/2004.

Uma vez em voga a Resolução CONAMA N° 344/2004, originou-se a de n° 421, de 2010, e, por fim, a de N° 454, de 01 de novembro de 2012, também estabelecendo as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional (CONAMA, 2012). Segundo Frohlich *et al.* (2015), os avanços sobre a Resolução CONAMA, entre a de n°344/04 e a de n°454/12, que trata do material dragado, tiveram foco no que diz respeito ao refinamento dos valores orientadores nacionais para a classificação do material, ou seja, alterações dos níveis de classificação de alguns metais com arsênio, cádmio, mercúrio e níquel, além de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Ainda segundo os autores, também foram regulamentados aspectos relevantes relacionados ao licenciamento ambiental de dragagens e ao gerenciamento e disposição de material dragado.

A National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) disponibiliza os valores de referência, em âmbito internacional, que avaliam o *background*, limites de prevenção (TEL) e risco à biota para sedimentos marinhos (PEL) (BUCHMAN, 2008). Segundo Hatje *et al.* (2009), dentre os critérios de qualidade mais utilizados para os sedimentos marinhos, destacam-se o TEL e o PEL. Segundo os autores, o TEL representa a concentração abaixo da qual a ocorrência de efeitos adversos é esperada apenas raramente. E o PEL representa a concentração acima da qual os efeitos adversos são esperados. Já a AET (Apparent Effects Thresholds) é a concentração em sedimento de um produto químico selecionado, acima do qual sempre ocorrem efeitos biológicos estatisticamente significativos (EPA, 1989).

A divergência principal entre as normas brasileira e estadunidense, que estabelecem os limites e valores de metais e orgânicos em sedimentos, é que a primeira atenta para aos

processos envolvidos nas atividades de dragagem e gerenciamento do material dragado para licenciamento ambiental. Já a segunda envolve uma atenção mais direcionada aos níveis de metais em sedimento marinho e aos riscos à biota do ambiente.

Segundo Picarelli (2003), o Ministério do Planejamento Territorial e Meio Ambiente da Holanda (VROM) lançou, no ano de 1994, proposta contendo valores de qualidade do solo e da água subterrânea, conhecida como ‘Lista Holandesa’. A referida proposta tem como foco principal a criação de três valores de qualidade para compartimentos ambientais: o valor de referência (S), que indica um nível de qualidade do solo e da água subterrânea que permite considerá-los “limpos”, levando-se em conta a sua utilização para qualquer finalidade; o valor de intervenção (I), que indica um nível de qualidade do solo acima do qual existem riscos para a saúde humana e para o ambiente; e o valor de alerta (T), que é um valor médio entre os dois primeiros S e I.

METODOLOGIA

A campanha de sedimentos para a análise geoquímica utilizou um amostrador Van Veen com área de 0,15m² e volume amostral de 5 litros (5x10⁻³). A coleta de sedimento foi realizada a bordo da embarcação *Abaeté* de 2016 a 2020 nas áreas estudadas.

Da malha amostral correspondente aos 50 pontos (Figura 1), 46 foram coletados, sendo os pontos #1, #26, #27 e #28 representados por meio de rodolitos, identificados durante a coleta. Já as amostras #39, #40, #44, #47 e #48, que possuíram teor de argila menor do que 15%, não foram analisadas quanto à geoquímica. As amostras foram enviadas ao Laboratório FREITAG, no Município de Timbó (SC), nos dias 20/02/18 e 24/02/18.

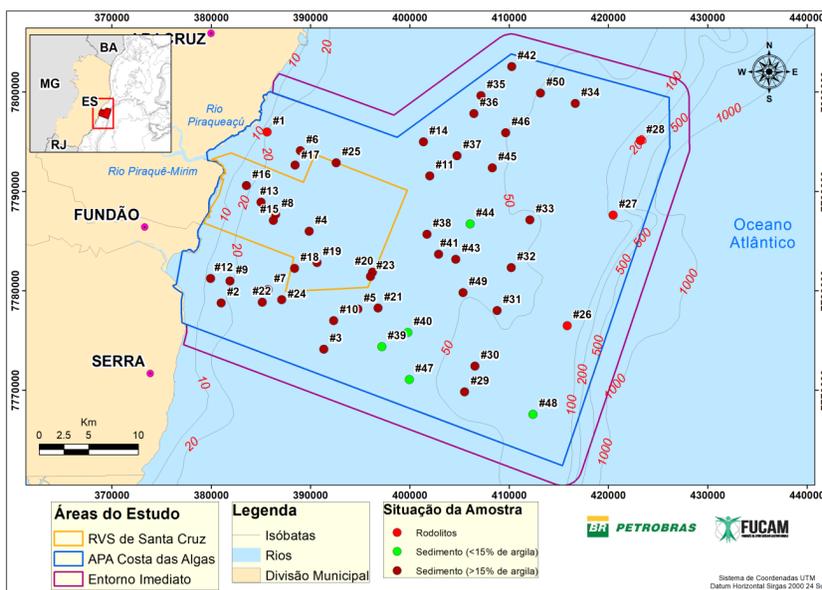


Figura 1 – Distribuição da malha amostral de sedimento para análise geoquímica nas Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise foi feita por meio de espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) (EPA, 1996), com suporte nos métodos expostos na tabela 1. Foram analisados os parâmetros n-alcenos totais, mistura complexa não resolvida (MCNR) e metais (bário, cádmio, chumbo, cromo, cobre, manganês, níquel, vanádio, zinco e mercúrio) para as amostras de sedimento com teor de lama superior a 15%. Vale ressaltar que, neste texto relatorial, são mencionados apenas os parâmetros detectados acima do Limite de Quantificação (LQ), que foram os metais bário (Ba), cromo (Cr), manganês (Mn), vanádio (V) e zinco (Zn) nas amostras de sedimento dos 50 pontos.

Elementos (metais)/TPH	LQ*	LD**	U95%***	Método	Data de Realização
Bário Total	3,974	2,623	± 0,013	PR-Tb-FQ 041	07/03/2018
Cromo Total	2,113	1,395	± 0,732	PR-Tb-FQ 041	07/03/2018
Manganês Total	3,009	0,912	± 0,300	PR-Tb-FQ 041	07/03/2018
Vanádio Total	2,261	0,685	± 0,023	PR-Tb-FQ 041	07/03/2018
Zinco Total	1,964	1,963	± 0,032	PR-Tb-FQ 041	07/03/2018

Tabela 1 – Valores dos limites de quantificação (LQ) e detecção (LD) para as análises de metais.

*Limite de Quantificação; **Limite de Detecção; ***Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 96%. Valores em mg.kg⁻¹.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos mediante a análise geoquímica e detecção de metais dos sedimentos do leito oceânico foram relacionados com valores de referência que determinam os limites, visando a manter a qualidade ambiental do *locus* estudado.

Foram considerados os valores de referência, de âmbito internacional, que avaliam o *background*, limites de prevenção (TEL); (PEL), que representa a concentração onde os efeitos adversos são esperados, e o AET (Apparent Effects Thresholds), nível acima do qual os impactos biológicos adversos são sempre esperados, disponibilizados pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (BUCHMAN, 2008). A Lista Holandesa é utilizada para comparar os níveis de TPH (Total Petroleum Hydrocarbon), com base no valor de referência (S), que indica um nível de qualidade do solo e da água subterrânea, e que permite considerá-los “limpos”, considerando-se a sua utilização para qualquer finalidade. O valor de referência é calculado tomando-se por base um risco desprezível para a saúde humana e para o ambiente (CETESB, 1999). Os valores de referência adotados aqui estão expostos na tabela 2 em mg.kg⁻¹.

Metal/TPH	CONAMA 454 (Nível 1)	CONAMA 454 (Nível 2)	NOAA (TEL)	NOAA (PEL)	NOAA (AET)	Lista Holandesa*
Bário Total	-	-	130,1	-	-	-
Cádmio Total	1,2	7,2	0,676	4,21	-	-
Chumbo Total	46,7	218	30,2	112	-	-
Cobre Total	34	270	18,7	108,2	-	-
Cromo Total	81	370	52,3	160	-	-
Manganês Total	-	-	-	-	260	-
Mercúrio Total	0,3	1	0,13	0,7	-	-
Níquel Total	20,9	51,6	15,9	42,8	-	-
TPH Total	-	-	-	-	-	50
Vanádio Total	-	-	-	-	57	-
Zinco Total	150	410	124	271	-	-

*Cetesb 6530 (1999)

Tabela 2 – Valores de referência de teores de metais e TPH para qualidade ambiental.

DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE METAIS E TPH

A variação das concentrações de metais nos sedimentos de superfície do leito oceânico corresponde às áreas do interior da RVS de Santa Cruz e APA Costa das Algas, bem como do Entorno Imediato de 2000m, mostrando que, em sequência de concentração média quantitativa, o manganês (Mn) predomina, seguido de vanádio (V), bário (Ba), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni), zinco (Zn), cobre (Cu), mercúrio (Hg) e cádmio (Cd). Para o TPH, foi encontrada a menor concentração em mg/kg, dentre todos os valores detectados (Figura 2).

Alguns elementos tiveram valores (mg/kg) detectados que não ultrapassaram o Limite de Detecção (LD) para todos os pontos coletados: o cádmio, que registrou 0,174; o chumbo, com 3,122, com exceção do ponto #35; o cobre, com 0,338, com exceção dos pontos #06, #12, #13, #15 e #16; mercúrio, com 0,3; e níquel, com 3,095, com exceção do ponto #35. Para o TPH, foi detectado 0,001 mg/kg, valor também abaixo do LD.

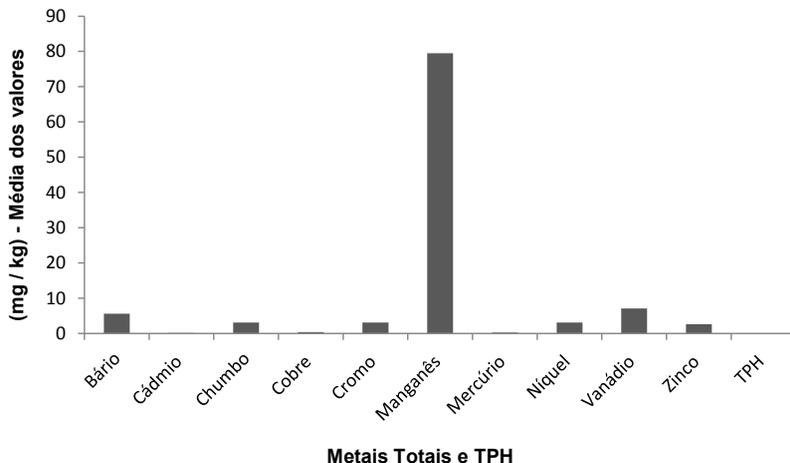


Figura 2 – Média dos valores detectados de metais totais e TPH.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme observado nos gráficos das figuras 3 e 4, são estes os elementos com maior variação do desvio-padrão: bário (Ba), cobre (Cu), cromo (Cr), zinco (Zn), vanádio (V) e manganês (Mn). Isso reflete uma distribuição variada, sem que haja valor predominante das concentrações detectadas para os metais nas áreas estudadas.

Nos casos do chumbo (Pb) e do níquel (Ni), há predominância de valor das concentrações entre os pontos amostrados nas áreas, o que reflete uma variação de valores menores no desvio-padrão para estes dois elementos. Vale ressaltar que cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e TPH não mostraram variação nas concentrações nos sedimentos entre as estações amostradas.

Sá *et al.* (2015) encontraram variações nos valores de concentração de Ba, Cu, Cr, Mn, V e Zn, entre a plataforma continental e o talude, para os sedimentos do leito oceânico das Bacias do Espírito Santo e porção Norte da Bacia de Campos. O trabalho dos autores não relata variação do chumbo entre a plataforma e talude, porém descreve a variação deste elemento entre as isóbatas dentro dos ambientes.

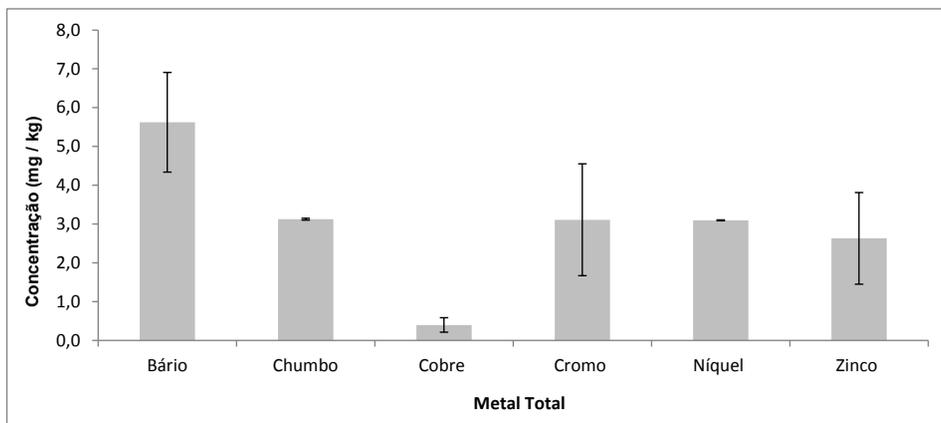


Figura 3 – Concentrações médias e desvio-padrão dos elementos bário, chumbo, cobre, níquel e zinco analisados na fração total dos sedimentos das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

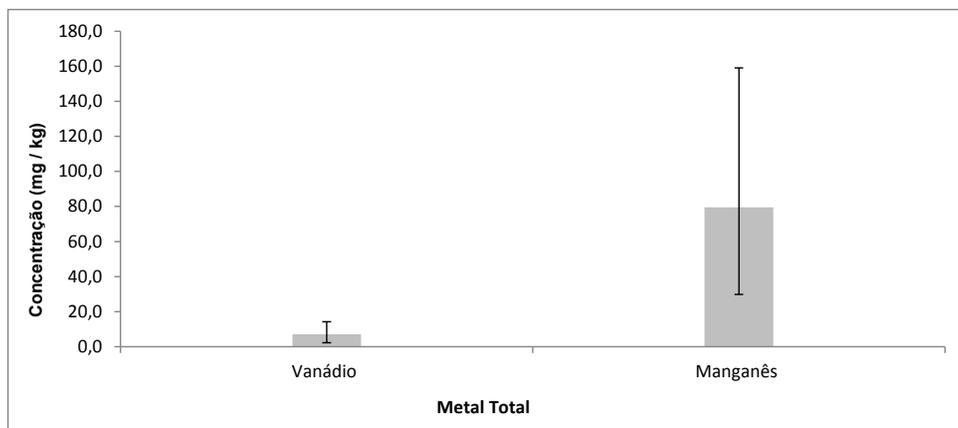


Figura 4 – Concentrações médias e desvio padrão dos elementos vanádio e manganês analisados na fração total dos sedimentos das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição espacial do elemento bário (Ba) nos sedimentos (Figura 5) se mostra regularmente abundante entre as isóbatas de 20 e 50 metros, com valores mais elevados na última isóbata. Sá *et al.* (2015) acharam valores entre 4,51 e 67,0 mg/kg para as concentrações de Ba na plataforma continental, tanto para o verão como para o inverno, em transecto mais próximo e correspondente às áreas aqui estudadas. Ainda, segundo os autores, o setor da plataforma localizado ao norte da foz do Rio Doce registrou concentrações entre 67,0 e 161,38 mg/kg para a Baía do Espírito Santo.

O chumbo (Pb) registrou apenas valores acima do Limite de Detecção (LD) no ponto #35, com 3,12 a 3,27 mg/kg, localizado entre as isóbatas de 40 e 50 metros (Figura 6). Sá *et al.* (2015) registraram concentrações de Pb variando entre 12,73 a 22,76 mg/kg para nas proximidades das áreas da RVS Santa Cruz e APA Costa das Algas, tanto para o período

de inverno como para o verão. As maiores concentrações deste metal estão localizadas no norte da Baía do Espírito Santo, segundo Sá *et al.* (2015), nas proximidades de Conceição da Barra, próximo à foz do Rio São Mateus, e registram valores de 22,7 a 37,98 mg/kg, tanto para verão como para inverno. Esta mesma variação de concentração foi encontrada pelos autores nas proximidades da foz do Rio Doce.

Assim como o chumbo (Pb), o cobre (Cu) registra valores de concentração menores do que o LD (< 0,338) em quase todos os pontos, principalmente acima da isóbata de 20 metros (Figura 7). Os pontos mais próximos à foz do Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, localizados nas proximidades da isóbata de 20 metros, registram variações de concentrações de Cu de 0,46 a 0,88 mg/kg e 0,88 a 1,12 mg/kg. Os dados para o Cu corroboram o registrado por Sá *et al.* (2015) que relatam concentrações de 0,16 a 8,86 mg/kg, para o verão e inverno. Ainda segundo os autores, as maiores concentrações estão localizadas na foz do Rio Doce, com 23,96 a 39,13 mg/kg.

As concentrações de cromo (Cr) na área obedecem a uma distribuição relacionada com uma faixa onde os sedimentos são mais finos desde a foz dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim até o setor NNE das áreas de proteção (Figura 5.8). Foram registradas concentrações variando de 2,72 a 4,43 mg/kg e 4,43 a 8,63 mg/kg para a referida faixa entre as isóbatas de 20 e 50 metros (Figura 8). Nos demais pontos distribuídos dentro das áreas, os valores detectados estão abaixo do LD. De uma maneira geral, a Baía do Espírito Santo possui concentrações de Cr, na porção da plataforma continental, variando de 7,25 a 56,06 mg/kg para o verão e inverno (SÁ *et al.*, 2015).

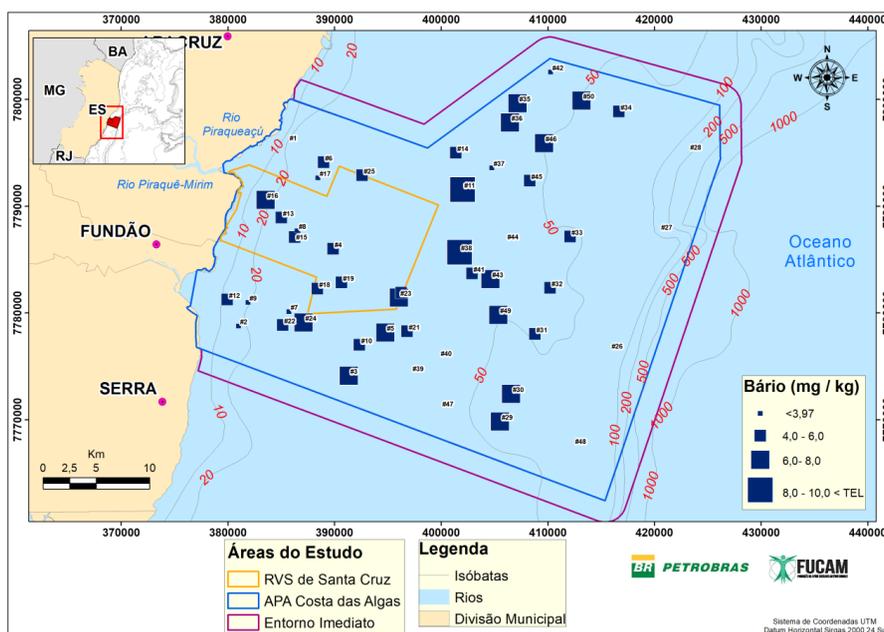


Figura 5 – Mapa da distribuição das concentrações de bário (Ba) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

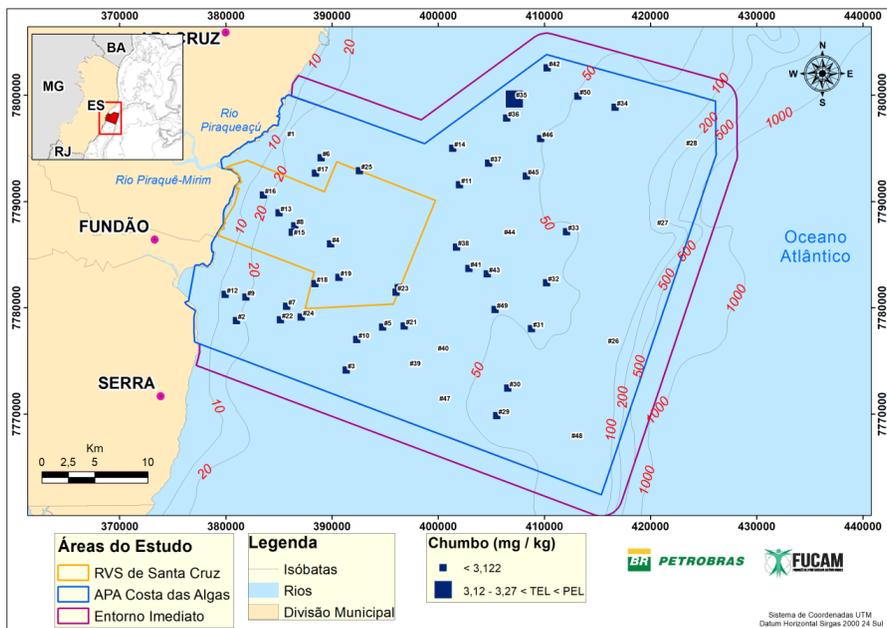


Figura 6 – Mapa da distribuição das concentrações de chumbo (Pb) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

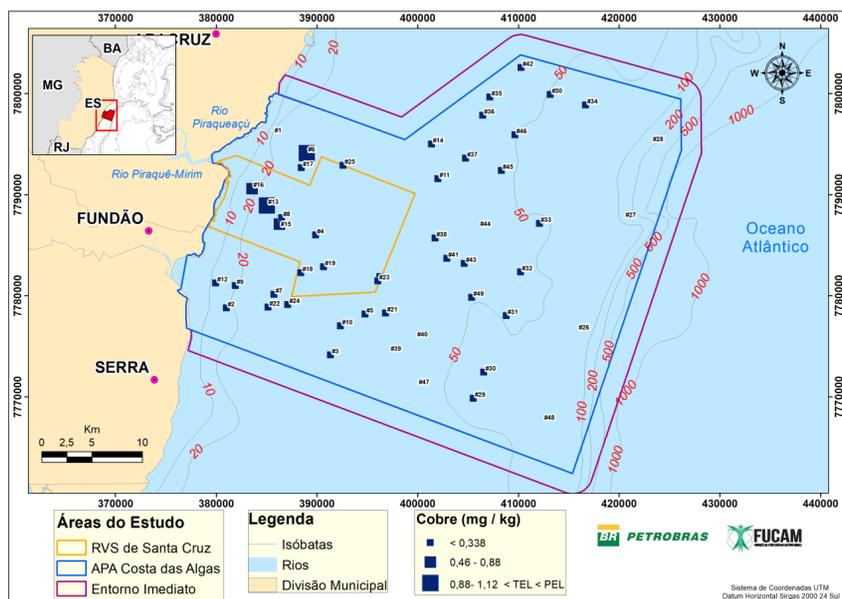


Figura 7 – Mapa da distribuição das concentrações de cobre (Cu) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

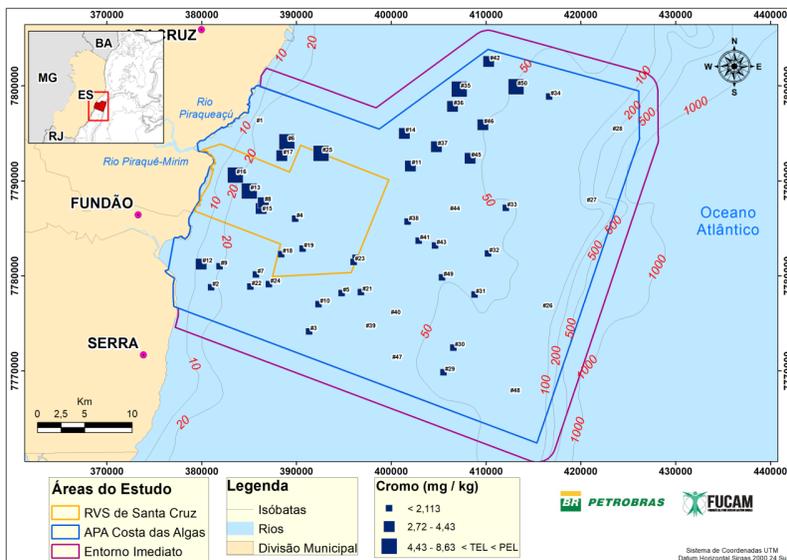


Figura 8 – Mapa da distribuição das concentrações de cromo (Cr) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As concentrações de manganês (Mn) também estão distribuídas da mesma forma como ocorre com o cromo (Cr) nas áreas, se distinguindo apenas pela ocorrência de valores acima de 15,6 mg/kg (valor mínimo detectado) associados à foz do Rio Reis Magos no setor sul-sudeste. Os valores registrados variam de 49,6 a 89,7 mg/kg, de 89,8 a 141,3 mg/kg, e de 141,4 a 240,3 mg/kg (Figura 9). Os valores registrados por Sá *et al.* (2015) mostram que as concentrações variam de 478,09 a 1122,19 mg/kg na isóбата de 25 metros, e 14,24 a 478,08 mg/kg nas maiores profundidades em direção à quebra da plataforma na área corresponde ao que está neste estudo. Segundo Sá *et al.* (2015), o Mn possui concentrações variando de 14,24 a 478,08 mg/kg para toda a Bacia do Espírito Santo com relação à plataforma continental, considerando os períodos de verão e inverno.

A distribuição das concentrações de níquel (Ni) corroboram diretamente a distribuição de chumbo (Pb), onde a ocorrência de valores acima de LD foi registrada apenas no ponto #35, com a concentração de 3,11 a 3,17 mg/kg (Figura 10). Os demais pontos distribuídos nas áreas registram valores abaixo de LQ (< 3,095 mg/kg). Sá *et al.* (2015) registraram valores de concentração para o Ni de 2,8 a 22,13 mg/kg tanto para o verão como para o inverno na plataforma continental, em transecto correspondente ao deste trabalho.

Já a distribuição das concentrações de vanádio (V) corresponde as mesmas características distributivas na área dos elementos cromo (Cr) e manganês (Mn), relacionada a uma faixa onde os sedimentos são mais finos desde a foz dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim até o setor NNE das áreas aqui estudadas (Figura 11). Os valores registrados para a referida faixa variam de 3,96 a 7,21 mg/kg, de 7,22 a 12,8 mg/kg, e de 12,81 a 20,19 mg/kg. Os demais pontos possuem concentrações de 2,26 a 3,95 mg/kg. Sá *et al.* (2015) também registraram valores mais altos para o V na plataforma continental para

a isóbata de 25 metros, com as concentrações variando de 34, 24 a 68,68 mg/kg. Já para as águas mais profundas, foram registradas concentrações variando de 2,07 a 34,23 mg/kg, segundo os autores.

O zinco (Zn) obedece ao comportamento distributivo nas áreas semelhantemente à faixa registrada para o Cr, Mn e V. As concentrações variam de 2,53 a 5,16 mg/kg e 5,17 a 7,59 mg/kg na referida faixa (Figura 12). Os demais pontos possuem valores abaixo do LD (< 1,964). Na Baía do Espírito Santo, as concentrações variam de 3,17 a 22,87 mg/kg, segundo Sá *et al.* (2015).

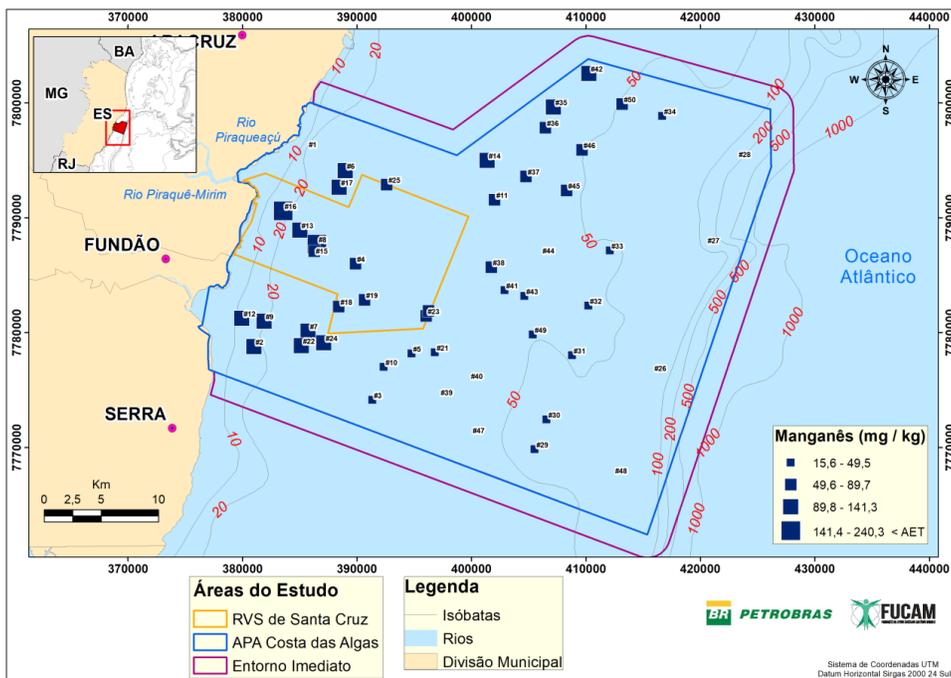


Figura 9 – Mapa da distribuição das concentrações de manganês (Mn) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

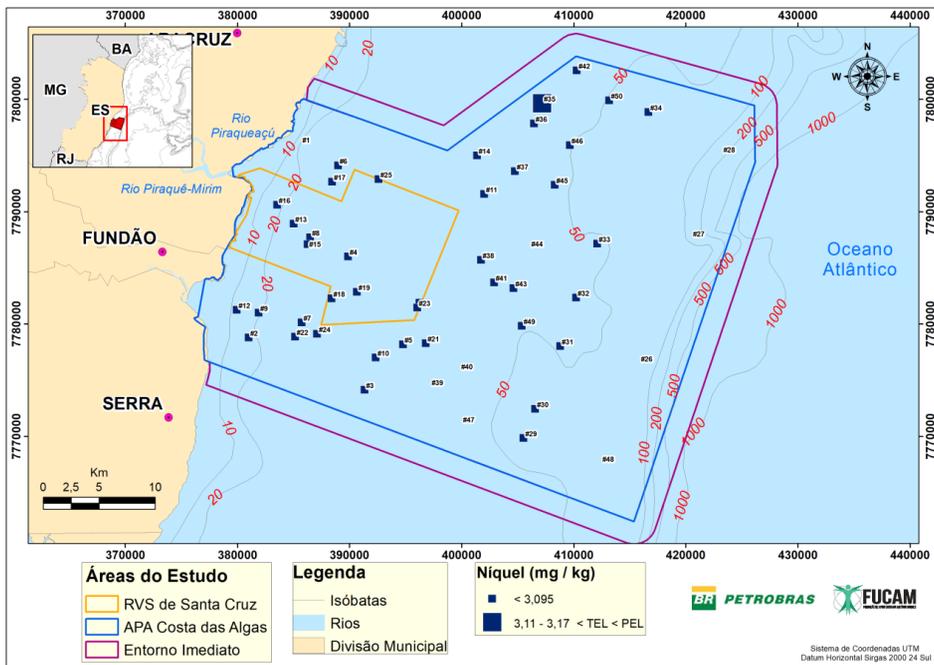


Figura 10 – Mapa da distribuição das concentrações de níquel (Ni) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

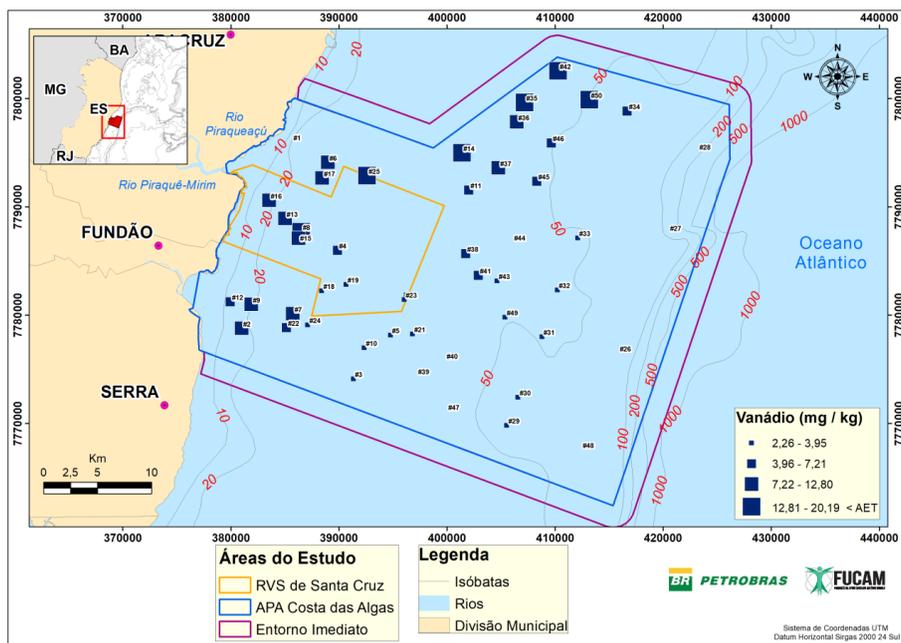


Figura 11 – Mapa da distribuição das concentrações de Vanádio (V) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

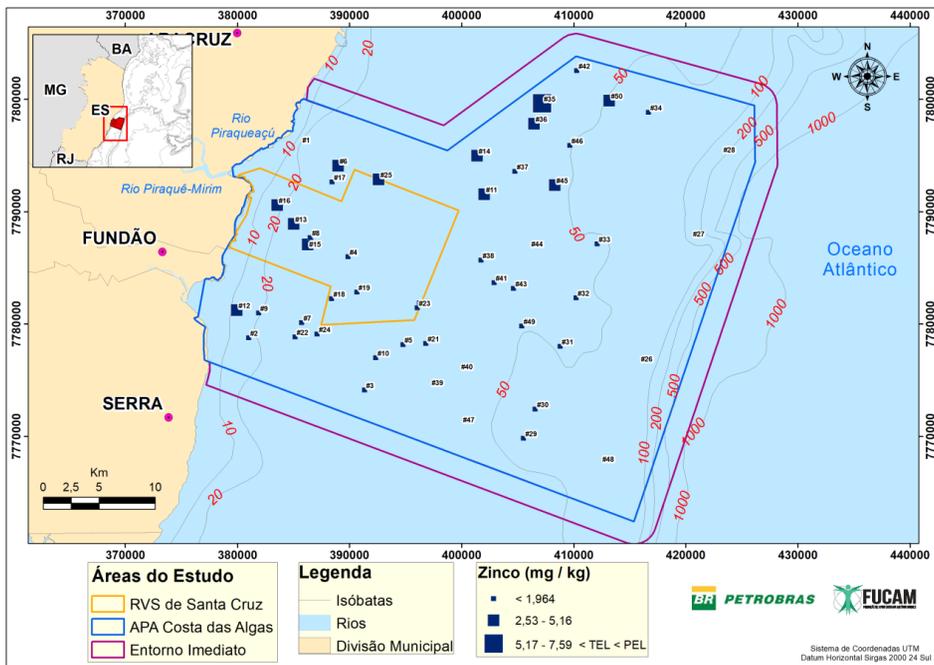


Figura 12 – Mapa da distribuição das concentrações de zinco (Zn) nos sedimentos de superfície do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

VALORES DE REFERÊNCIA PARA A QUALIDADE AMBIENTAL

Os valores de referência orientadores da legislação internacional NOAA, que trata dos limites de prevenção e risco à biota para sedimentos marinhos (TEL, PEL e AET) e (S) da Lista Holandesa, para a análise de qualidade ambiental, a partir das concentrações de metais e TPH nos sedimentos do leito oceânico das áreas das Unidades de Conservação, estão expostos nos gráficos das figuras 5.13 a 5.23.

Para o bário (Ba), utilizou-se o valor de referência TEL da NOAA (BUCHMAN, 2008). Os valores de concentrações das amostras para o Ba estão bem abaixo da referência TEL da NOAA, representando apenas 4,3% deste valor (Figura 13).

Os valores de referência para a comparação das distribuições de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu) e cromo (Cr) foram os TEL e PEL da NOAA (BUCHMAN, 2008). Os referidos metais não tiveram variações significativas de suas distribuições na área estudada. O valor único para todos os pontos amostrados de 0,174 mg/kg referente ao Cd, e que está abaixo do LQ, bem como os valores de Pb (3,122 mg/kg), Cu (0,338 mg/kg) e Cr, único a mostrar pequena variação, estão abaixo dos valores de referência da referida legislação internacional (Figuras 14 a 17).

Para o manganês (Mn), o valor de referência utilizado foi o AET (Apparent Effects Thresholds) da NOAA. O referido metal tem seus valores de concentrações nos pontos amostrados abaixo do valor de referência AET (Figura 18). Vale ressaltar, porém, a

aproximação das concentrações de Mn dos pontos #8 (240,3 mg/kg) e #16 (238,3 mg/kg) ao valor de referência AET (260,0 mg/kg).

Os valores de referência para a comparação das distribuições de mercúrio (Hg), níquel (Ni) e zinco (Zn) foram os TEL e PEL da NOAA (BUCHMAN, 2008). Os referidos metais também não tiveram variações significativas de suas distribuições na área estudada. Vale ressaltar que o mercúrio (0,3 mg/kg) está acima do valor de referência TEL (0,13 mg/kg), porém está abaixo do valor de referência PEL (0,7 mg/kg) (Figura 19). Já o níquel e o zinco se apresentam bem abaixo dos dois valores de referência TEL e PEL (Figuras 20 e 21).

Para o vanádio (V) foi utilizado o valor de referência AET (Apparent Effects Thresholds) da NOAA. A distribuição das concentrações deste elemento também está abaixo da referida legislação (Figura 22).

Já a distribuição de TPH, que também não teve variação de valores de concentração entre as estações de amostragem, ficou abaixo do valor de referência da legislação internacional Lista Holandesa (CETESB, 1999) (Figura 23).

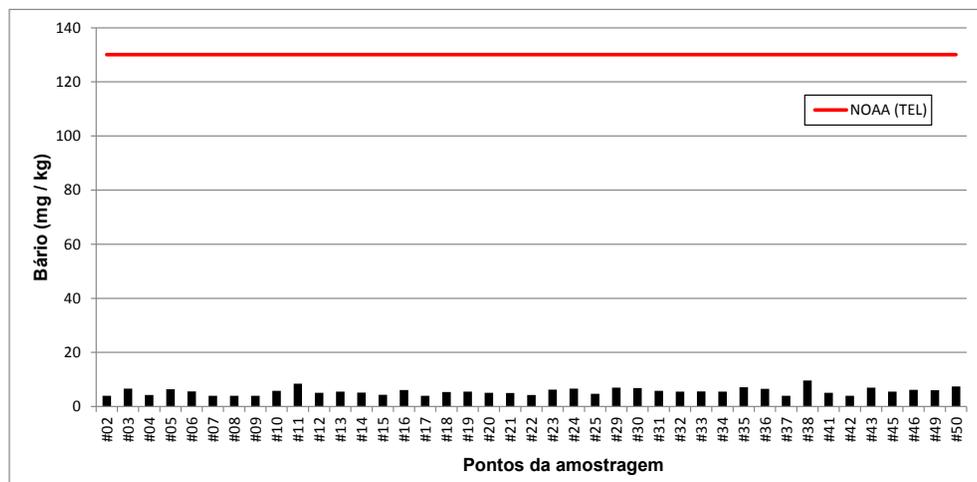


Figura 13 – Concentrações de bário (Ba) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA). TEL (Threshold Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

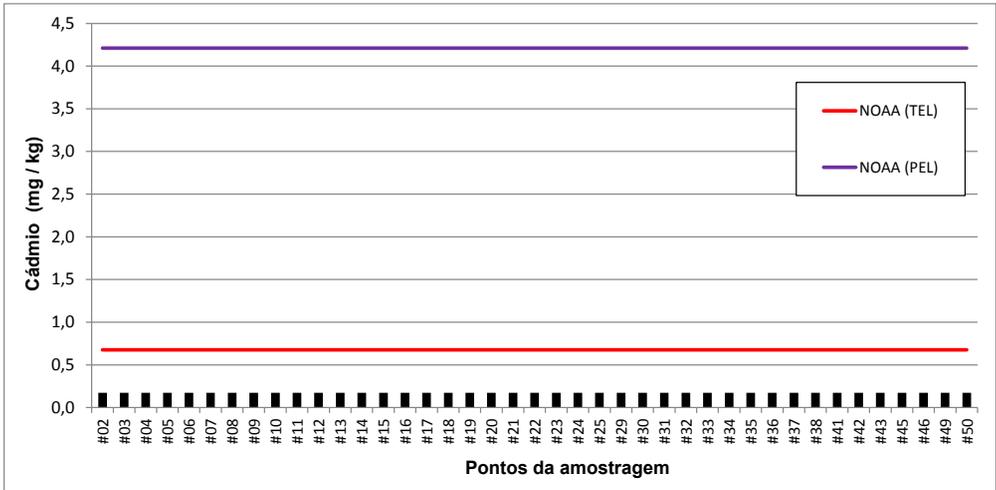


Figura 14 – Concentrações de Cádmio (Cd) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

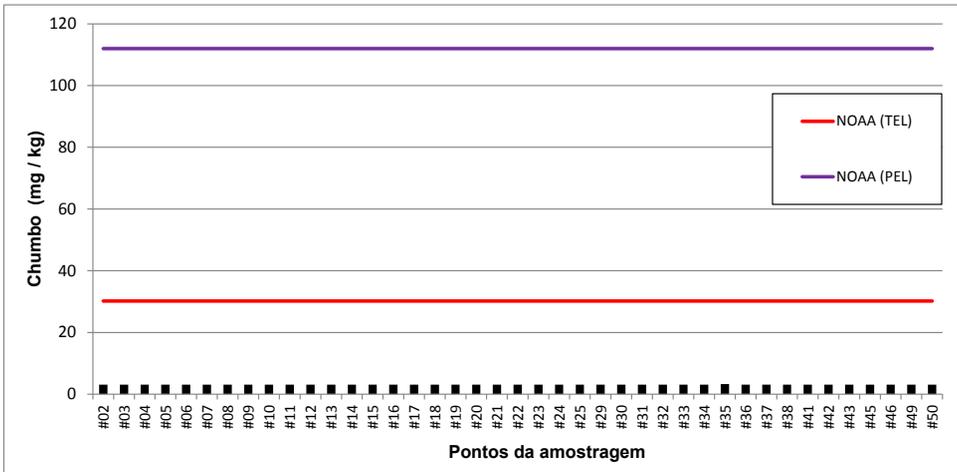


Figura 15 – Concentrações de chumbo (Pb) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

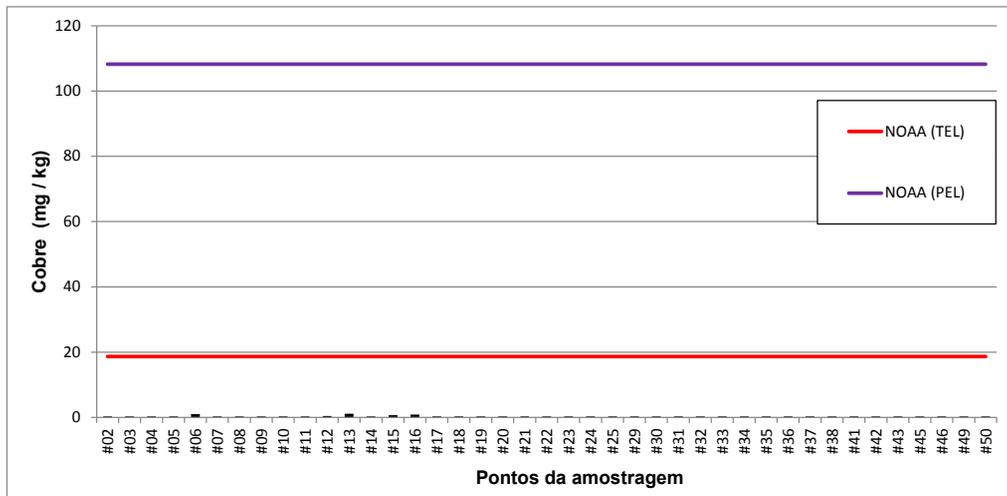


Figura 16 – Concentrações de cobre (Cu) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

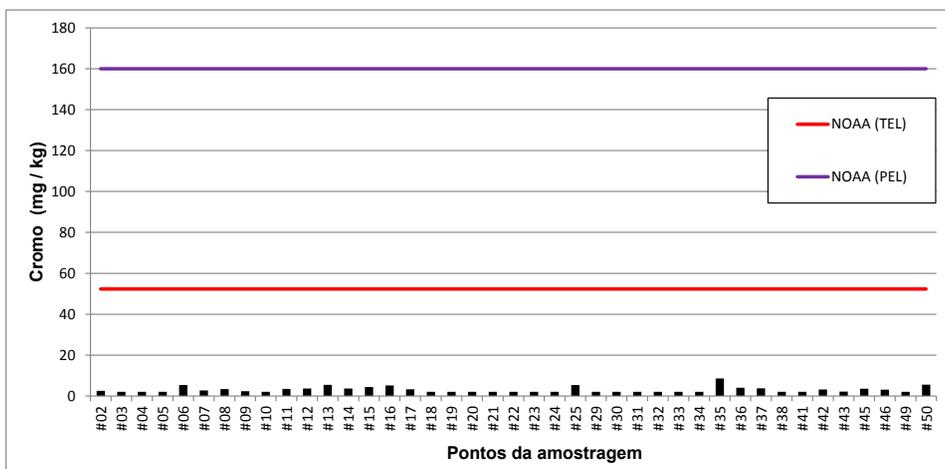


Figura 17 – Concentrações de cromo (Cr) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

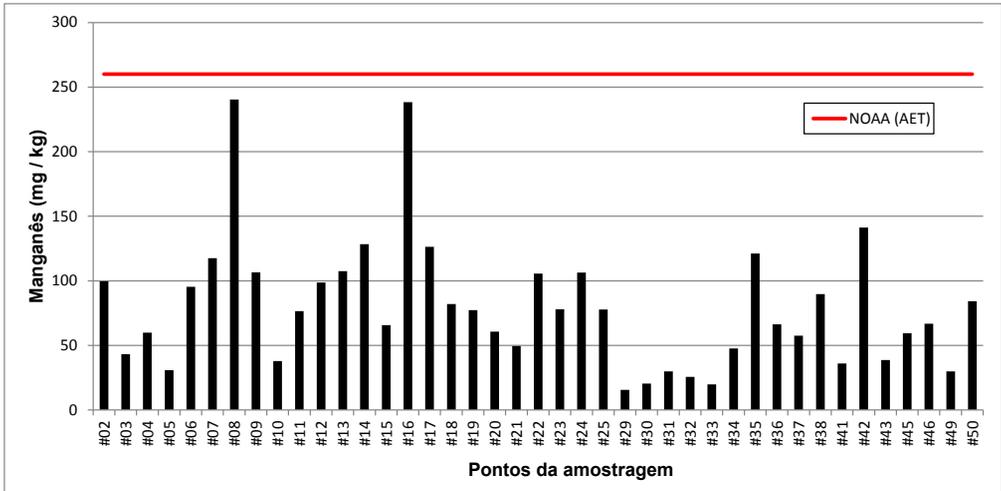


Figura 18 – Concentrações de manganês (Mn) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA). AET (Apparent Effects Thresholds).

Fonte: Elaborado pelo autor.

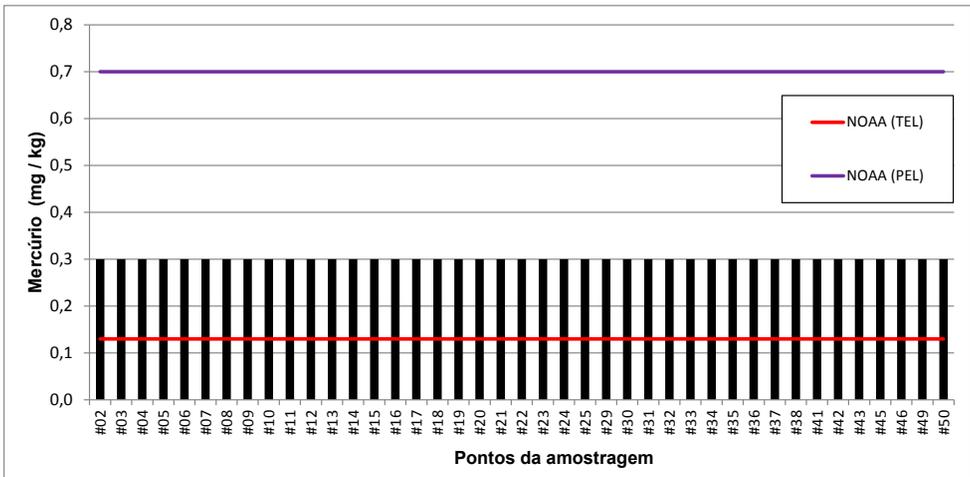


Figura 19 – Concentrações de mercúrio (Hg) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

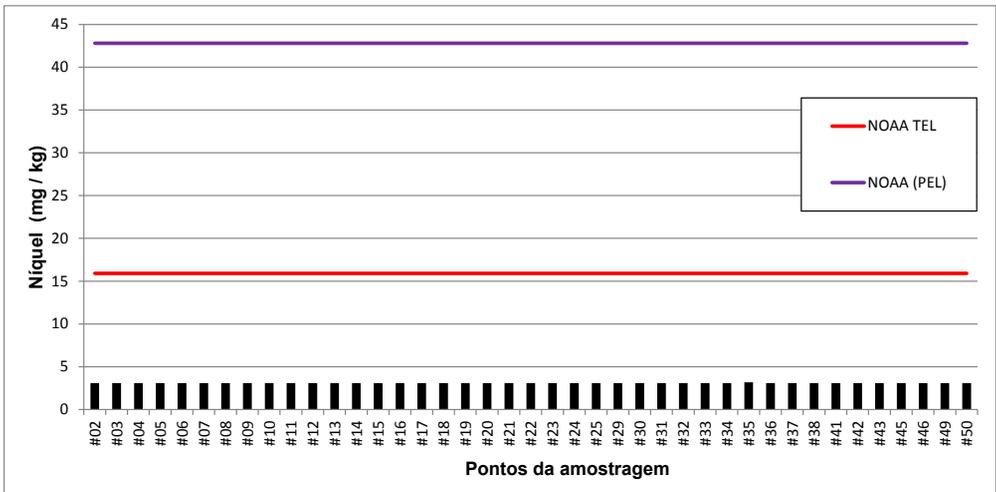


Figura 20 – Concentrações de níquel (Ni) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

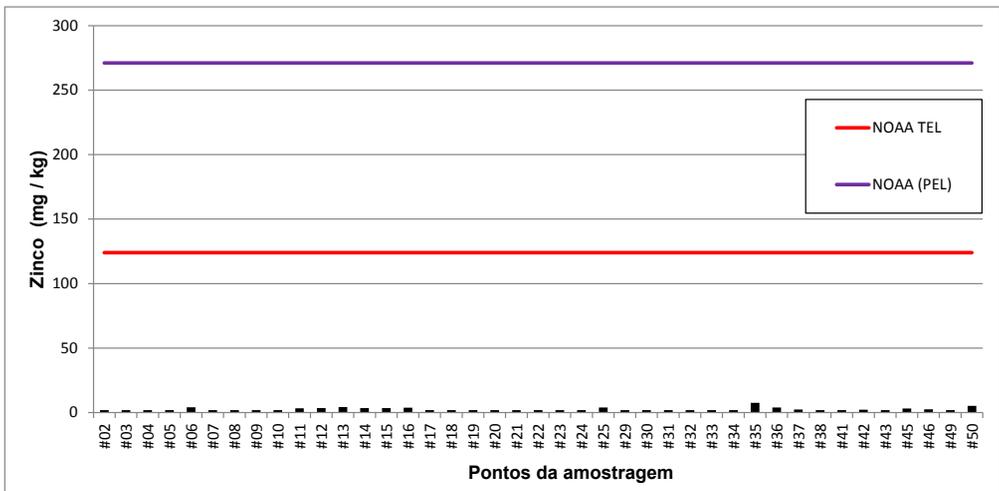


Figura 21 – Concentrações de zinco (Zn) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA) TEL (Threshold Effect Level) e PEL (Probable Effect Level).

Fonte: Elaborado pelo autor.

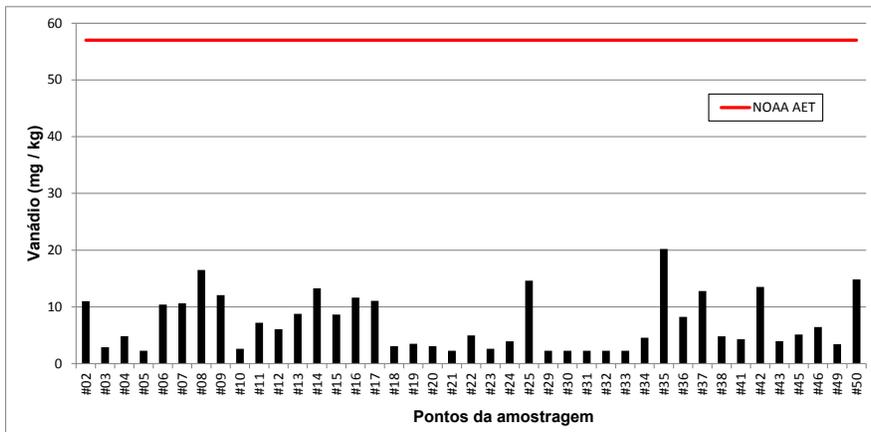


Figura 22 – Concentrações de vanádio (V) dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional (NOAA). AET (Apparent Effects Thresholds).

Fonte: Elaborado pelo autor.

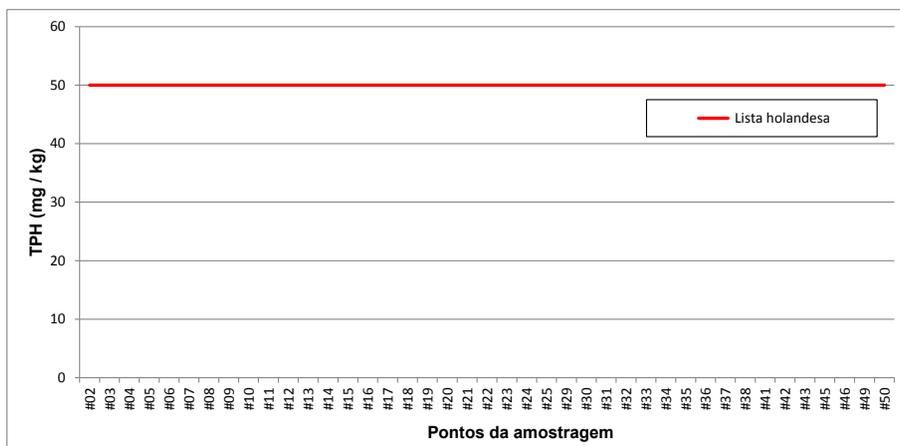


Figura 23 – Concentrações de TPH dos pontos amostrados, comparadas com os níveis orientadores da legislação ambiental internacional - Lista Holandesa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

ALGUMAS DISCUSSÕES SOBRE A OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE METAIS

Segundo Sá *et al.* (2015) a distribuição dos elementos nos sedimentos do leito oceânico das Bacias do Espírito Santo e norte da Bacia de Campos segue, muito provavelmente, o regime de associação com outros elementos, como os óxidos e hidróxidos de ferro e manganês em virtude do processo de co-precipitação. No caso deste estudo, Cr, Ba, V e Ni mostram associações mais estreitas e podem estar relacionados ao aporte terrígeno. Segundo Aguiar *et al.* (2014) *apud* Sá *et al.* (2015) a ocorrência de Cr e V, agrupados com Fe, e Ba, Ni e Cu com Al, já foi reportada na Bacia do Espírito Santo.

A correlação de carbonato de cálcio com o elemento Ba relatada no capítulo 6 pode

estar relacionada ao controle autóctone da sedimentação marinha e na distribuição de sedimentos biotécnicos de superfície na plataforma continental descrito por Dias (2001).

Segundo Sá *et al.* (2015) o Hg está associado ao material fino e matéria orgânica e Al no inverno, pelo fato de o Hg estar relacionado à fração coloidal e óxi-hidróxidos de Al. A deposição atmosférica e as emissões do assoalho marinho são as mais importantes fontes daquele metal (ARAÚJO *et al.*, 2010, LACERDA *et al.*, 2004 *apud* Sá *et al.*, 2015). Para este estudo o mercúrio não obteve valor acima do Limite de Detecção e nem variação nos valores de concentração entre as estações de amostragem.

Assim como em Sá *et al.* (2015), o V está associado ao elemento Mn. Os outros elementos como Cr e Zn também estão associados e mostram estreita relação com sedimentos finos e ricos em matéria orgânica, distribuídos nas proximidades da foz dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim até a isóbata de 50 metros no setor NNE das áreas das Unidades de Conservação aqui estudadas. Essa distribuição do material fino corrobora aquela mostrada por Bourguignon *et al.* (2018), que ressaltam uma sedimentação mais terrígena nesta faixa. Tal sedimentação está relacionada à descarga de sedimentos provindos do Rio Doce ao norte das áreas das Unidades de Conservação.

Ainda segundo Sá *et al.* (2015) os elementos Cr, Ni, Cu, Zn, Cd e Pb possuem forte associação litogênica, e que estão na matriz mineralógica que compõe os sedimentos superficiais da Bacia do Espírito Santo.

Embora tenha sido encontrado aqui baixo valor para TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) e não variação entre as amostras, o estudo de Silva *et al.* (2015) aponta para a existência de concentrações de hidrocarbonetos nas Bacias do Espírito Santo e norte da Bacia de Campos, para estações de verão e inverno. Segundo os autores, as concentrações mínimas e máximas de n-alcenos totais determinadas no verão variaram de 0,45 a 6,75 mg / kg, e 0,73 e 18,06 mg / kg no inverno para a plataforma continental. Os autores ressaltam que estas concentrações são consideradas baixas, sem que haja prejuízo ao meio ambiente, e que a fonte que justifica tais concentrações é biogênica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição das concentrações de metais e TPH nos sedimentos de superfície do leito oceânico da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m se mostrou com poucas variações nos valores para todos os pontos amostrados. Alguns elementos - como o cádmio, chumbo, cobre, mercúrio e níquel - tiveram valores detectados que não ultrapassaram o Limite de Detecção (LD) de laboratório. Da mesma forma o TPH não registrou valores acima do LD.

A ordem de magnitude e predominância em termos de concentração por amostra na área obedece a esta sequência: Mn > V > Ba > Pb > Cr > Ni > Zn > Cu > Hg > Cd e por último o TPH.

O elemento com maior distribuição espacial dentro das áreas estudadas é o bário (Ba), e suas concentrações estão registradas entre as isóbatas de 20 e 50 metros. Outra característica deste metal é sua associação com todas as variações granulométricas dos sedimentos, com maior concentração na fração cascalho que, conseqüentemente, está

associado aos maiores teores de CaCO_3 oriundos dos biodetritos marinhos. As referidas associações do Bário denotam uma origem do elemento mais voltada para a composição biótica de formação das carapaças dos organismos.

Os elementos Cu, Cr, Mn, V e Zn estão distribuídos em uma faixa que vai desde a foz dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim até o setor NNE das áreas estudadas. Estes metais tiveram melhor associação com sedimentos mais finos a lamosos e, de acordo com outros estudos, o Mn pode ter sua origem mais terrígena do que propriamente marinha.

Tratando-se dos valores de referência para os índices de qualidade ambiental, sugeridos pelas legislações internacionais TEL, PEL, AET e Lista Holandesa, todos os elementos apresentaram concentrações bem abaixo dos limites estabelecidos pelas respectivas, revelando que as Unidades de Conservação estão fora do risco de degradação ambiental de sua biota a partir das concentrações químicas nos sedimentos neste período. Vale ressaltar que o mercúrio (Hg) foi o único a revelar valores acima da legislação TEL (0,13 mg/kg), porém estão abaixo da PEL (0,7 mg/kg) que representa a concentração acima da qual os efeitos adversos são esperados para a biota de sedimentos marinhos.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, J. 1999. **Processos de Sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES**. 1999. Tese de doutoramento em Ciências – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
- AGUIAR NETO, A.B.; MARQUES, W.S.; FREIRE, G.S.S. 2016. Distribuição espacial de minerais pesados nos sedimentos superficiais da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Nordeste do Brasil. **Pesquisas em Geociências**, 43(1), 69-83.
- APRILE, F.M.; LORANDI, R.; BIANCHINI JUNIOR, I. 2004. A dinâmica costeira e os processos erosivos na Foz do Rio Doce, Espírito Santo – Brasil. **Bioikos**, PUC-Campinas, 18 (1): 71-78.
- BERRÊDO, J.F.; COSTA, M.L.; VILHENA, M.P.S.P.; SANTOS, J.T. 2008. Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). **Revista Brasileira de Geociências**, 38: 26-37.
- BRASIL, 2001. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. **Minuta de Resolução** que “Dispõe sobre as Normas para Licenciamento Ambiental de Obras de Dragagem e Gestão do Material Dragado em Águas Jurisdicionais Brasileiras”. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/6D36E92F/ca028.doc>, acesso em 05/04/2018.
- BOURGUINON, S.C.; BASTOS, A.C.; QUARESMA, V.S.; VIEIRA, F.V.; PINHEIRO, H.; AMADO FILHO, G.M.; MOURA, R.L.; TEIXEIRA, J.B. 2018. Seabed Morphology and Sedimentary Regimes defining Fishing Grounds along the Eastern Brazilian Shelf. **Geoscience**, 2018.
- BUCHMAN, M.F. 2008. Screening Quick Reference Tables (SQiRTs). **NOAA OR&R report 08-1**, United States National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Response and Restoration Division, Seattle WA.
- CETESB. 1999. **Projeto CETESB – GTZ. 6530 – Lista Holandesa de valores de qualidade do solo e da água subterrânea – Valores STI**, julho de 1999.
- CONAMA. 2012. Conselho Nacional Do Meio Ambiente - **Resolução n 454**, de 1 de novembro de

2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

COSTA, E.S.; GRILO, C.F.; WOLFF, G.A.; THOMPSON, A.; FIGUEIRA, R.C.L.; SÁ, F.; NETO, RENATO R. 2016. Geochemical records in sediments of a tropical estuary (Southeastern coast of Brazil). *Regional Studies in Marine Science*, v. 6, p. 49-61, 2016.

DIAS, G.T.M. 2001. Granulados bioclásticos – Algas calcárias. *Brazilian Journal of Geophysics*, 18(3): 307–318.

EPA. (U.S. Environmental Protection Agency). Evaluation of the Apparent Effects Threshold (AET) Approach for Assessing Sediment Quality, Report of the Sediment Criteria Subcommittee, Science Advisory Board. **SAB-EETFC-89-027**. 1989.

EPA. **Method 3050B Acid digestion of sediments, sludges, and soils**: Scope and application [EB/OL]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.365.5591&rep=rep1&type=pdf> (access on January 20, 2018). Environmental Protection Agency (EPA). 1996.

FIGUEIREDO, E.R.H.; VITAL, H.; MACEDO, M.H.F. Caracterização de minerais pesados ao longo do rio Jaguaribe-CE: distribuição e proveniência. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO. 9., Recife, 2003. **Anais...** Recife: ABEQUA. CDROM.

FROHLICH, M.F.; NASPOLINI, B.F.; I. V. JUNIOR. A Evolução do Processo de Avaliação e Gerenciamento de Material relacionado às Atividades de Dragagem no Brasil: Uma Análise Comparativa entre as Resoluções CONAMA n° 344/04 e n° 454/12. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20(1). 2015.

GOMES, L.E.O.; CORREA, L.B.; SÁ, F.; R. NETO, R.; BERNARDINO, A.F. 2017. The impacts of the Samarco mine tailing spill on the Rio Doce estuary, Eastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 11, p. 01, 2017.

HATJE, V.; BICEGO, M.C.; CARVALHO, G.C.; ANDRADE, J.B. Contaminação Química – cap. VII. In: HATJE, V. & ANDRADE, J. B. (eds.), **Baía de Todos os Santos** – aspectos oceanográficos, p. 247-286. Salvador-BA: EDUFBA. ISBN: 97885232059703. 2009.

JESUS, H.C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A.S.F.; ZANDONADE, E. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova*, 27(3): 378-386. 2004.

KAUSHIK A.; KANSAL A.; SANTOSH, M.; KUMARI, S.; KAUSHIK, C.P. Heavy metal contamination of river Yamuna, Haryana, India: assessment by metal enrichment factor of the sediments. *Journal of Hazardous Materials*, 164:265-270. 2009.

LACERDA, L.D.; MARINS, R.V. Geoquímica de sedimentos e o monitoramento de metais na plataforma continental nordeste oriental do Brasil. *Geochemica Brasiliensis*, 20(1)120-132. 2006.

LIMA, E.A.R.; SIRQUEIRA, G.W.; LIMA, W.N. Utilização dos critérios de avaliação ambiental de metais pesados nos sedimentos de fundo da plataforma continental do Amazonas. *Bol Mus Para Emilio Goeldi Cienc Nat* 1:105–114. 2006.

MESTRINHO, S.S.P. **Estudo do comportamento geoquímico dos metais pesados nos sedimentos da região estuarina do Rio Paraguaçu - BA**. São Paulo, 158p. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo). 1998.

PICARELLI, S. **Avaliação da contaminação de solos por hidrocarbonetos e metais pesados em diques de contenção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). 107 f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas e Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

SÁ, F.; GRIPP, M.L.R.; NETO, R.R.; REZENDE, C.E. Metais Biodisponíveis e Totais, Fósforo e Enxofre nos Sedimentos Superficiais da Bacia do Espírito Santo e Porção Norte da Bacia de Campos. *In: Relatório Final do Projeto de Caracterização Ambiental Regional da Bacia do Espírito Santo e parte norte da Bacia de Campos (PCR-ES)*. Vol 1. PETROBRAS, Espírito Santo. Novembro de 2015.

SILVA, A.E.; QUARESMA, V.S.; BASTOS, A.C. Sedimentological sectorization of an estuarine system in a regressive coast, Southeast Brazil. **Jornal of Sedimentary Research**, 83. P. 994-1003. 2013.

SILVA, M.G. **Caracterização de minerais pesados ao longo do rio Piranhas - Açu/RN**: Distribuição e proveniência. Master dissertation. PPGG/CCET/UFRN. 72p. 1999.

SOUZA, D.R.; ABREU, J.G.N. Análise Quantitativa dos Minerais Pesados na Plataforma Continental Interna Adjacente ao Litoral Centro-Nortede Santa Catarina. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, 9(1):1-5. 2005.

TAVARES, J.M. **Metais nos sedimentos superficiais da plataforma continental entre Itacaré e Olivença, Sul da Bahia, Brasil**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 106 p. 2008.

OS ORGANISMOS BENTÔNICOS DA PLATAFORMA - ARRASTOS E DRAGAGENS

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Luís Ernesto Arruda Bezerra

Universidade Federal do Ceará, Instituto de
Ciências do Mar (LABOMAR)
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/6609717329301035>

Helena Matthews-Cascon

Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências, Departamento de Biologia
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/3164248161831196>

Luís Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de
Ciências do Mar da Universidade Federal do
Ceará
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

Luiz Fernando Loureiro Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
de Ciências Humanas e Naturais, Departamento
de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9962754750741990>

RESUMO: Estudos sobre os zoobentos de ambientes marinhos inconsolidados são imprescindíveis na elaboração de políticas públicas que visam o estabelecimento de áreas de proteção, como é o caso das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz. Deste modo, o presente estudo caracterizou as comunidades bentônicas existentes nas duas Unidades,

considerando os aspectos quali-quantitativos como composição e abundância, a relação de descritores ecológicos, a riqueza e equitabilidade. A análise e identificação da macrofauna bentônica obedeceram às seguintes etapas: lavagem, triagem, contagem, preservação, controle de qualidade, registro das informações e guarda de material das amostras de sedimento coletadas por arrasto de fundo e draga do tipo Van Veen, em cinco campanhas entre os anos de 2016 e 2020. Foram identificados organismos pertencentes aos filos [*Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Mollusca*, *Annelida* (poliquetos, sipunculídeos), *Cnidaria*, *Echinodermata*, *Nematoda*, *Nemertea*, *Echiura*, *Bryozoa*, *Porifera* e *Chordata* (*Tunicata*)]. De maneira geral, organismos do Filo *Annelida* (*Polychaeta*) predominam a área, juntamente com os táxons *Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Mollusca*, *Echinodermata*, *Nematoda* e *Bryozoa*. Os padrões de distribuição e abundância dos organismos estão relacionados à heterogeneidade do fundo inconsolidado. E a aproximação com a costa pode ser fator de impedimento na distribuição e abundância da comunidade bentônica, tendo em vista que nestes ambientes ocorrem frequente entrada de água doce e sedimentos terrígenos oriundos do continente, assim como ocorre no RVS de Santa Cruz.

PALAVRAS-CHAVE: APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, macrofauna bentônica, fundo inconsolidados.

THE BENTONIC ORGANISMS OF THE PLATFORM - DRAGGS AND DRAGINGS

ABSTRACT: Studies on the zoobenthos of unconsolidated marine environments are essential in the development of public policies aimed at the establishment of protected areas, such as the Conservation Units Costa das Algas EPA

(Environmental Protection Area) and Santa Cruz WLR (Wildlife Refuge). Thus, the present study characterized the benthic communities existing in the two Units, considering the qualitative and quantitative aspects such as composition and abundance, the relationship of ecological descriptors, wealth and equitability. The analysis and identification of the benthic macrofauna followed the following steps: washing, sorting, counting, preserving, quality control, recording of information and storage of material from sediment samples collected by bottom trawling and Van Veen dredge, in five campaigns between the years 2016 and 2020. Organisms belonging to the phyla [*Arthropoda* (subphylum *Crustacea*), *Mollusca*, *Annelida* (*polychaetes*, *sipunculideos*), *Cnidaria*, *Echinodermata*, *Nematoda*, *Nemertea*, *Echiura*, *Bryozoa*, *Porifera* and *Chordata* (*Tunicata*)] were identified. In general, organisms of the Phylum *Annelida* (*Polychaeta*) predominate the area, together with the taxa *Arthropoda* (subphylum *Crustacea*), *Mollusca*, *Echinodermata*, *Nematoda* and *Bryozoa*. The patterns of distribution and abundance of the organisms are related to the heterogeneity of the unconsolidated fund. And the approach to the coast can be an impediment factor in the distribution and abundance of the benthic community, considering that in these environments there is frequent entry of fresh water and terrestrial sediments from the continent, as it happens in the Santa Cruz WLR (Wildlife Refuge).

KEYWORDS: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, benthic macrofauna, unconsolidated fund.

1 | INTRODUÇÃO

A vida marinha é habitualmente categorizada em três grandes compartimentos em função das relações espaciais que os organismos mantêm com o seu entorno - o plâncton, o nécton e o bentos. O terceiro é empregado para designar, coletivamente, animais, vegetais e microrganismos que vivem diretamente associados ao fundo marinho (LANA, 2015). A palavra “bentos” origina-se do grego **bentos** que significa “fundo do mar”, sendo considerados organismos bentônicos aqueles que vivem em relação direta com o mencionado local (COLLING E BEMVENUTI, 2011). Assim, os organismos bentônicos são aqueles que vivem associados ao fundo marinho, sobre distintos substratos consolidados como rodólitos e recifes de coral, ou fundos moles, com composições de areia, silte e argila em variadas proporções (WALLER *et al.*, 1996).

Organismos bentônicos formam comunidades distintas, cuja distribuição é influenciada por fatores como o tamanho do grão, luz e temperatura (profundidade), salinidade, hidrodinâmica (ondas, marés, ventos), entre outras (COLLING e BEMVENUTI, 2011; MATTHEWS-CASCON *et al.*, 2018). Desta maneira, o tipo de substrato afeta diretamente a distribuição dos organismos que compõem a comunidade bentônica (PEREIRA e SOARES-GOMES, 2009; GRAY e ELLIOT, 2009), de modo que a distribuição dos organismos bentônicos em “mosaicos” espaciais é considerada desde muito tempo, sendo atualmente reconhecida no âmbito do estudo da ecologia de paisagens marinhas (PITTMAN *ET AL.* 2011; PITTMAN, 2013). De maneira geral, acredita-se que os fatores físicos determinam os padrões de distribuição em larga escala e os fatores biológicos em escala menor (MORRISEY *et al.*, 1992).

Os animais bentônicos (também chamados de zoobentos) compreendem uma infinidade de espécies pertencentes a todos os grandes filos animais, com destaque para

os cnidários, crustáceos, moluscos, anelídeos poliquetas e equinodermas, formando associações ou comunidades muito ricas e diversificadas (LANA, 2015). Além da classificação taxonômica, os invertebrados bentônicos são geralmente categorizados quanto ao tamanho, sendo a macrofauna aquela composta por organismos que ficam retidos por peneiras com distâncias entre malhas de 0,5 ou 1,0 mm (LANA, 2015).

Os organismos bentônicos desempenham um importante papel ecológico, uma vez que uma infinidade de organismos se alimenta no bentos, sendo estes então um importante elo na teia trófica (COLLING e BEMVENUTI, 2011). Ademais, muitas espécies bentônicas são de importância econômica, tanto para a alimentação de populações humanas, quanto como fontes de produtos farmacêuticos, entre outros (COLLING e BEMVENUTI, 2011).

Em razão das características sedentárias do bentos, sua utilização no estudo das influências antropogênicas na biota tem sido bastante difundida, sendo uma informação importante no âmbito do planejamento ambiental dos ecossistemas marinhos (COUTINHO, 2002). Certos grupos componentes do bentos marinho, como, num exemplo, os poliquetos (*Annelida*), apresentam comportamento oportunista, podendo dominar as comunidades em áreas perturbadas, servindo também como bioindicadores de áreas com aumento de matéria orgânica, como eutrofização natural ou antrópica.

Assim, o estudo das comunidades bentônicas de fundos inconsolidados, tanto com relação a aspectos quali quantitativos como composição e abundância, quanto com relação a descritores ecológicos, como riqueza e equitabilidade, são de fundamental importância para a caracterização dos ambientes marinhos. Estudos sobre as comunidades bentônicas são imprescindíveis na elaboração de políticas públicas conservacionistas que visem ao estabelecimento de áreas de proteção e de seus respectivos planos de manejo.

2 | METODOLOGIA

As amostras de sedimentos para a análise da fauna bentônica nas áreas do RVS de Santa Cruz e APA Costa das Algas foram coletadas em cinco campanhas, sendo quatro por dragagem, por intermédio de uma draga do tipo *Van Veen*. A primeira campanha foi realizada em dezembro de 2016 (amostras SP 581 a SP 595) (Figura 1) e correspondem às amostragens feitas até a isóbata de -10 metros. A segunda campanha ocorreu em fevereiro de 2018 (amostras #1 a #25) (Figura 1), cujas amostras foram coletadas entre as isóbatas de -10 e -40 metros. A terceira campanha efetivou-se em abril de 2018, e contou com amostragem por arrasto em quatro pontos na APA Costa das Algas e um ponto no RVS de Santa Cruz (Figura 1). A quarta e quinta campanhas efetivaram-se em novembro de 2019 e maio de 2020, respectivamente, em quatro pontos distribuídos no RVS de Santa Cruz (amostras R1 a R4) (Figura 1).

As amostras da primeira, segunda e terceira campanhas foram analisadas no Laboratório de Zoobentos do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Já as amostras coletadas nas duas últimas campanhas foram analisadas no Laboratório de Invertebrados Marinhos (LIMCE) do Departamento de Biologia da UFC. A análise e identificação da macrofauna bentônica obedeceram às seguintes etapas: lavagem, triagem, contagem, preservação, controle de qualidade, registro das informações e guarda de material, nos dois mencionados laboratórios.

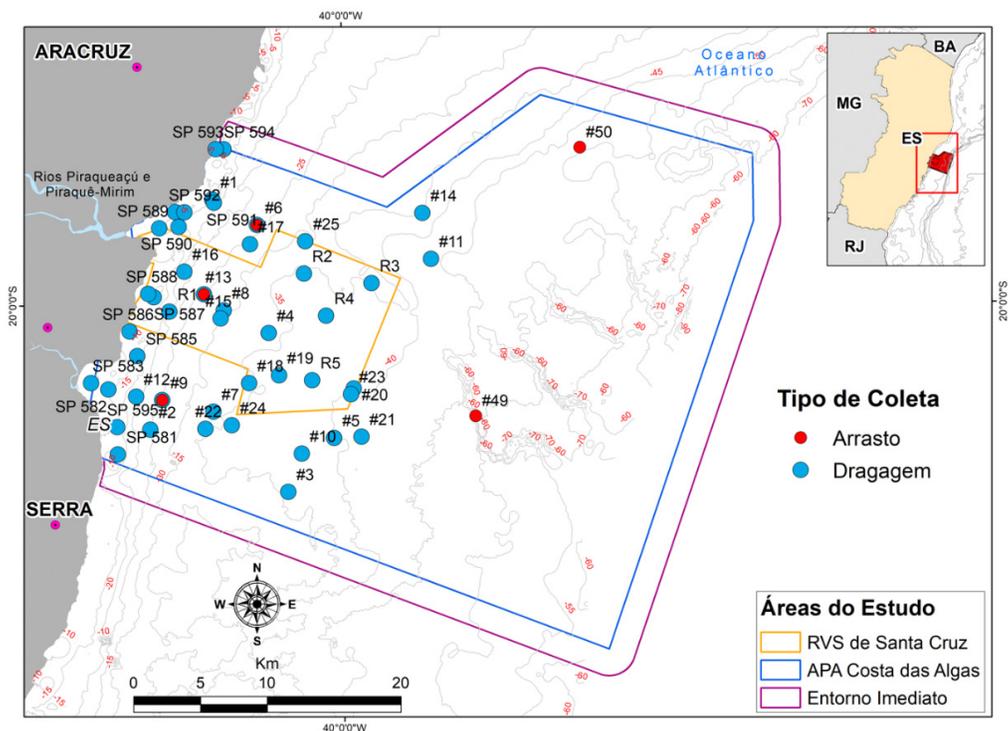


Figura 1 - Mapa da distribuição dos pontos de amostragem de sedimento para a análise dos organismos bentônicos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3 | ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS E DISTRIBUIÇÃO NA MALHA AMOSTRAL DA PRIMEIRA CAMPANHA (ATÉ A ISÓBATA DE 10 METROS) - DRAGAGEM

A triagem e identificação das amostras da primeira campanha revelou a existência de organismos pertencentes a sete filos [*Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Mollusca*, *Annelida* (classe *Polychaeta*), *Cnidaria*, *Echinodermata*, *Nematoda* e *Nemertea*], distribuídos entre as 15 estações (Tabela 1).

Estações	Filos
SP 581	Annelida (Polychaeta)
SP 582	Annelida (Polychaeta), Nemertea
SP 583	Mollusca, Annelida (Polychaeta), Echinodermata, Nematoda
SP 584	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta), Echinodermata, Nematoda
SP 585	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta), Nematoda
SP 586	Mollusca, Annelida (Polychaeta)

SP 587	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta), Nematoda, Nemertea
SP 588	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta), Nematoda
SP 589	Mollusca, Annelida (Polychaeta), Echinodermata, Nemertea
SP 590	Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Nematoda, Nemertea
SP 591	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta), Nematoda
SP 592	Mollusca, Annelida (Polychaeta), Nematoda
SP 593	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta)
SP 594	Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Annelida (Polychaeta), Echinodermata, Nematoda
SP 595	Mollusca, Annelida (Polychaeta), Cnidaria, Nematoda

Tabela 1 - Grupos taxonômicos com caráter de filo encontrados nas estações de coleta até a isóbata de -10m nas Áreas de Proteção Ambiental Costa das Algas e RVS de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo auto.

No que se refere a abundância, os táxons *Annelida (Polychaeta)* com 178 e *Nematoda*, com 162 indivíduos, foram os mais copiosos, perfazendo 37% e 34% dos táxons coletados, respectivamente. O filo *Mollusca* teve 66 indivíduos coletados, *Arthropoda (Crustacea)* 46 indivíduos e *Echinodermata* 19 indivíduos, perfazendo 14%, 10% e 4%, respectivamente (Figura 2). Os filios *Cnidaria* e *Nemertea* foram representados por apenas um e três indivíduos, respectivamente. O único representante do filo *Cnidaria* foi o coral mole da classe *Anthozoa*, subclasse *Octocorallia Renila sp.*, que esteve na estação SP 594, composta por areia fina. Os quatro indivíduos do filo *Nemertea*, por sua vez, estiveram nas estações SP 582, SP 587, SP 589 e SP 590, as quais se caracterizam pela ocorrência de sedimentos finos (areia muito fina nas estações SP 582 e SP 589 e silte grossa na estação SP 590), exceto a SP 587, composta por areia média.

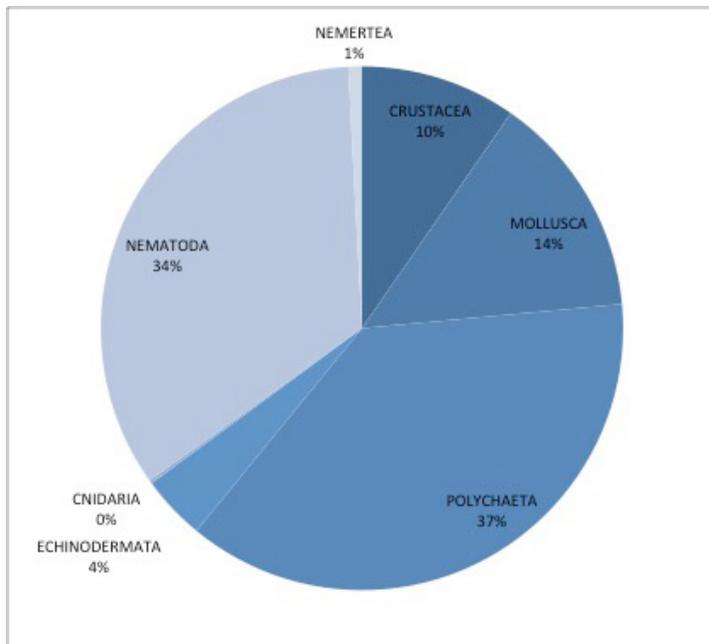


Figura 2 - Abundância dos táxons que compõem a macrofauna bentônica das amostras coletadas até a isóbata de 10 m nas Áreas de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 | ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS E DISTRIBUIÇÃO NA MALHA AMOSTRAL DA SEGUNDA CAMPANHA (ENTRE AS ISÓBATAS DE -10 E - 40 METROS) – DRAGAGEM

A identificação das amostras revelou a ocorrência de organismos pertencentes a nove filos: *Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Mollusca*, *Annelida* (classe *Polychaeta*), *Echinodermata*, *Nematoda*, *Nemertea*, *Sipuncula*, *Echiura* e *Bryozoa*, distribuídos entre as 24 estações amostradas (Tabela 2) (Figura 3). Foi, então, realizada a identificação ao menor nível taxonômico possível dos indivíduos desses filos. O táxon *Echiura* atualmente é uma família da classe *Polychaeta*, e está identificado junto com os demais. Do filo *Sipuncula* estiveram presentes apenas dois indivíduos da mesma espécie, *Aspidosiphon sp.*, que ocorreram na estação P07. Já dos indivíduos do filo *Nematoda*, foi possível identificar apenas quatro indivíduos, todos da espécie *Ascoilamus sp.*, nas estações P09, P21 e P24. Os demais indivíduos estavam muito danificados, de modo que foi impossível identificar. Na sequência, vem o detalhamento quantiquantitativo das identificações dos grupos mais abundantes.

Ponto	Filos
#2	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nematoda, Nemertea
#3	Bryozoa, Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Nematoda, Echinodermata, Chordata (Subfilo Urochordata)
#4	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata, Chordata (Urochordata)
#5	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nematoda, Echinodermata, Nemertea, Cnidaria
#6	Bryozoa, Annelida (Polychaeta), Echinodermata
#7	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Sipuncula, Echiura
#8	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Nematoda
#9	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nemertea
#10	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata, Cnidaria, Echiura
#11	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata, Arthropoda (Pycnogonida)
#12	Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Nemertea
#13	Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Nematoda, Sipuncula
#14	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata
#15	Annelida (Polychaeta), Mollusca
#16	Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nematoda, Echinodermata, Nemertea
#17	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Echinodermata
#18	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata, Platyhelminthes
#19	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata
#20	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Mollusca, Echinodermata
#21	Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nemertea, Sipuncula
#22	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nematoda, Echinodermata, Nemertea, Cnidaria, Entoprocta, Porifera
#23	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea)
#24	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Nemertea
#25	Bryozoa, Arthropoda (Crustacea), Annelida (Polychaeta), Mollusca, Echinodermata

Tabela 2 - Grupos taxonômicos com caráter de filo, encontrados nas estações de coleta da isóbata de -10 até - 40m de profundidade nas Áreas de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

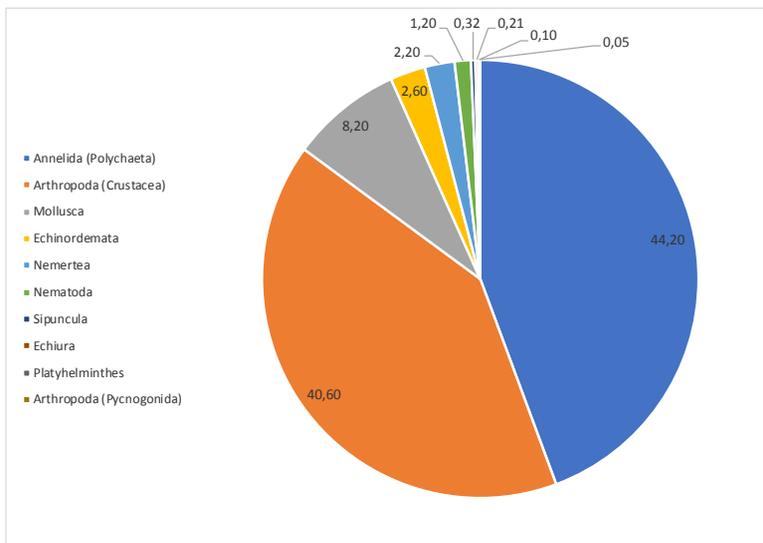


Figura 3 - Abundância dos táxons que compõem a macrofauna bentônica das amostras coletadas entre as isóbatas de -10 e -40 metros nas Áreas de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição espacial da abundância dos organismos bentônicos da primeira (dezembro de 2016) e segunda (fevereiro de 2018) campanhas (Figura 4), ou ainda da amostragem feita até a isóbata de -40 metros, mostra que os filos *Arthropoda (Crustacea)*, *Annelida (Polychaeta)*, *Mollusca*, *Nematoda* e *Echinodermata* foram os mais abundantes até então.

5 | ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS E DISTRIBUIÇÃO NA MALHA AMOSTRAL DA TERCEIRA CAMPANHA - ARRASTO

A triagem e identificação das amostras coletadas pelo arrasto de fundo (campanha de abril de 2018) revelou organismos pertencentes a cinco filos [*Porifera*, *Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Mollusca*, *Bryozoa* e *Echinodermata*], distribuídos entre as seis estações. Foram obtidas quatro espécies de *Porifera*, 14 espécies de crustáceos, três espécies de moluscos, três espécies de *Bryozoa* e sete espécies de *Echinodermata* (Tabela 3).

A tabela 4 mostra algumas das fotos colhidas em laboratório dos organismos encontrados nas amostras do arrasto de fundo.

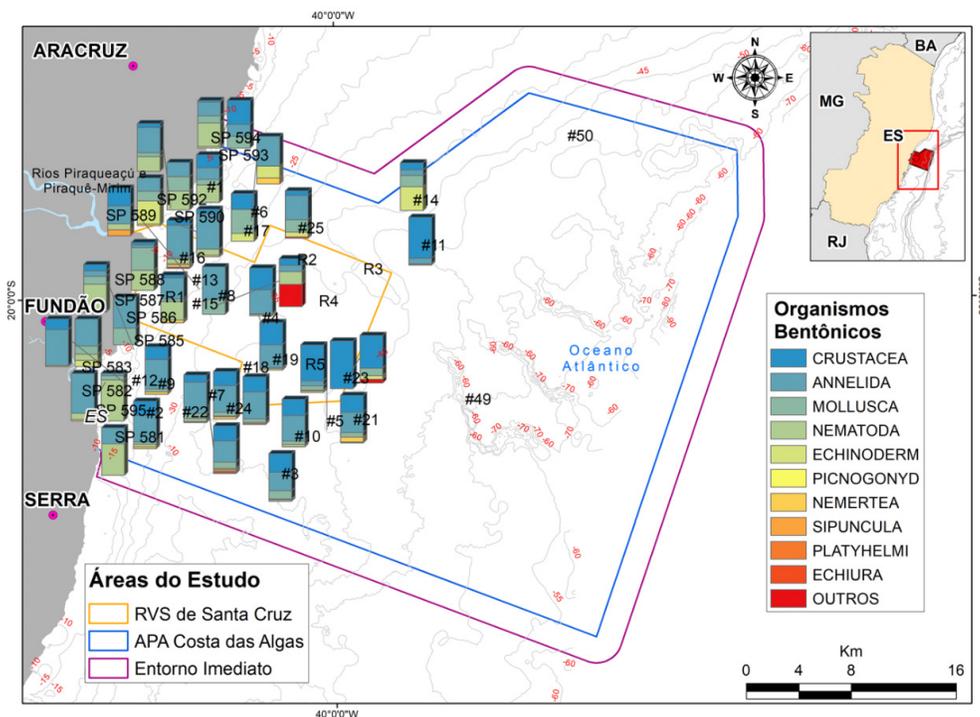


Figura 4 - Mapa da distribuição e abundância dos organismos bentônicos das amostras coletadas na primeira e segunda campanhas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 | ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS E DISTRIBUIÇÃO NA MALHA AMOSTRAL DA QUARTA E QUINTA CAMPANHAS – DRAGAGEM NA RVS DE SANTA CRUZ

A triagem e identificação das amostras revelou organismos pertencentes a sete filos: *Annelida* (poliquetos, sipunculídeos), *Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Bryozoa*, *Cnidaria*, *Echinodermata*, *Mollusca* e *Nematoda*, distribuídos entre os quatro pontos de coleta (Tabela 5).

Estação	Local	Filo	Espécie	Número de indivíduos
#06	APA	Crustacea	<i>Achelous cf. spinimanus</i>	1
			<i>Sicyonia typica</i>	1
		Mollusca	<i>Octopus insularis</i>	1
			<i>Lologinidae</i>	2
#13	RVS	Crustacea	<i>Panulirus meripurpuratus</i>	1
			<i>Sicyonia typica</i>	1
			<i>Achelous cf. spinimanus</i>	3
		Mollusca	<i>Loliginidae</i>	6
#09	APA	Echinodermata	<i>Luidia alternata</i>	2
			<i>Ophiothrix angulata</i>	1
			<i>Tropiometra carinata</i>	9
			<i>Comactina meridionalis</i>	1
#50	APA	Crustacea	<i>Penaeus monodon</i>	3
			<i>Achelous cf. spinimanus</i>	1
#49	APA	Porifera	<i>Stelletta sp.</i>	Colonial
			<i>Oceanapia sp.</i>	Colonial
			<i>Dysideidae</i>	Colonial
			<i>Suberitida</i>	Colonial
		Bryozoa	<i>Celleporaria atlantica</i>	Colonial
			<i>Stylopoma sp.1.</i>	Colonial
			<i>Stylopoma sp.2</i>	Colonial
		Crustacea	<i>Nemausa acuticornis</i>	6
			<i>Mithraculus hispidus</i>	12
			<i>Pilumnus caribaeus</i>	5
			<i>Munida cf. forceps</i>	3
			<i>Gonodactylus sp.1</i>	3
			<i>Marcusiarius sp.1</i>	1
			<i>Phimochirus cf. holthuisi</i>	1
			<i>Stenorhynchus seticornis</i>	9
		<i>Stenocionops furcatus</i>	1	
Mollusca	<i>Strombus goliath*</i>	1		
Echinodermata	<i>Luidia clathrata</i>	6		
	<i>Narcissia trigonaria</i>	1		
	<i>Eucidaris tribuloides</i>	6		
	<i>Comasteridae</i>	1		

Tabela 3 - Espécies e número de indivíduos nas estações de coleta de arrasto de fundo na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Classificação	Foto de Laboratório	Classificação	Foto de Laboratório
<p>Ordem Haplosclerida Topsent, 1928 Familia Phloeodictyidae Carter, 1882 <i>Oceanapia</i> sp.</p>		<p>Ordem Teuthidae Naef, 1916 Familia Loliginidae Lesueur, 1821</p>	
<p>Ordem Dictyoceratida Minchin, 1900 Familia Dysideidae Gray, 1867</p>		<p>Familia Sicyonidae Ortmann, 1898 <i>Sicyonia typica</i> (Boeck, 1864)</p>	
<p>Ordem Hadromerida Topsent, 1894 Familia Suberitidae Schmidt, 1870</p>		<p>Familia Paguridae Latreille, 1802 <i>Phimochirus</i> cf. <i>holthuisi</i> (Provenzano, 1961)</p>	
<p>Filo Mollusca Linnaeus, 1758 Classe Gastropoda Cuvier, 1797 Familia Strombidae Rafinesque, 1815 <i>Lobatus costatus</i></p>		<p><i>Mithraculus</i> <i>hispidus</i> (Herbst, 1790)</p>	
<p>Classe Cephalopoda Cuvier, 1797 Ordem Octopoda Leach, 1818 Familia Octopodidae D'Orbigny, 1839 <i>Octopus insularis</i> Leite, Haimovici, Molina & Warnke, 2008</p>		<p><i>Stylopoma</i> sp.1</p>	

<p>Classe Asteroidea de Blainville, 1830 Ordem Valvatida Perrier, 1884 Família Ophiasteridae Verrill, 1870 Narcissia trigonaria (Sladen, 1889)</p>		<p>Ordem Paxillosida Perrier, 1884 Família Luidiidae Sladen, 1889 Luidia Forbes, 1839 Luidia alternata (Say, 1825)</p>	
--	---	--	--

Tabela 4 – Algumas das fotografias recolhidas em laboratório de organismos encontrados nas amostras do arrasto de fundo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ponto	Filos
R01	Annelida (poliquetos, sipunculídeos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Echinodermata, Mollusca, Nematoda
R02	Annelida (políquetos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Mollusca
R03	Annelida (políquetos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Echinodermata
R04	Annelida (políquetos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Cnidaria, Echinodermata, Mollusca.

Tabela 5 – Grupos taxonômicos com caráter de filo, encontrados em quatro pontos de coleta realizada em novembro de 2019 na área do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os táxons que apresentaram as maiores abundâncias foram *Annelida* (poliquetos e sipunculídeos) com 81 indivíduos (52%) e *Arthropoda* (*Crustacea*) com 56 indivíduos (36%). Em seguida, vieram *Echinodermata*, com oito indivíduos (5%), *Mollusca*, com sete (4%) e *Nematoda*, com cinco indivíduos (3%) (Figura 5).

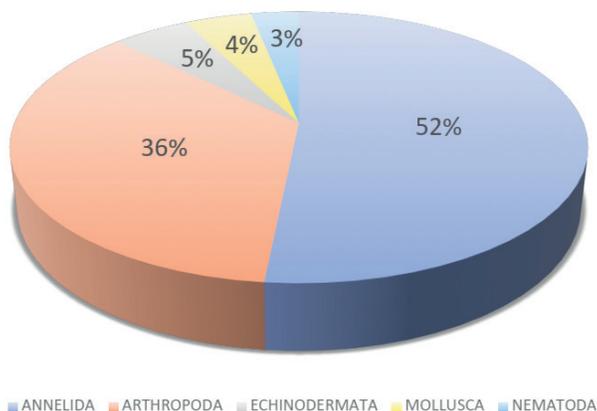


Figura 5 - Abundância relativa dos táxons que compõem a macrofauna bentônica dos quatro pontos de coletas na área do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Indivíduos do táxon *Annelida* (poliquetos) e do táxon *Arthropoda* (*Crustacea*) estiveram presentes em todos os quatro pontos amostrados, enquanto os indivíduos dos táxons *Echinodermata* e *Mollusca* foram coletados em três dos quatro pontos. Por sua vez, exemplares do táxon *Annelida* (sipunculídeos) estiveram presentes nos pontos um e quatro, com apenas um indivíduo em cada, e indivíduos do táxon *Nematoda* foram registrados em apenas um ponto (Figura 6).

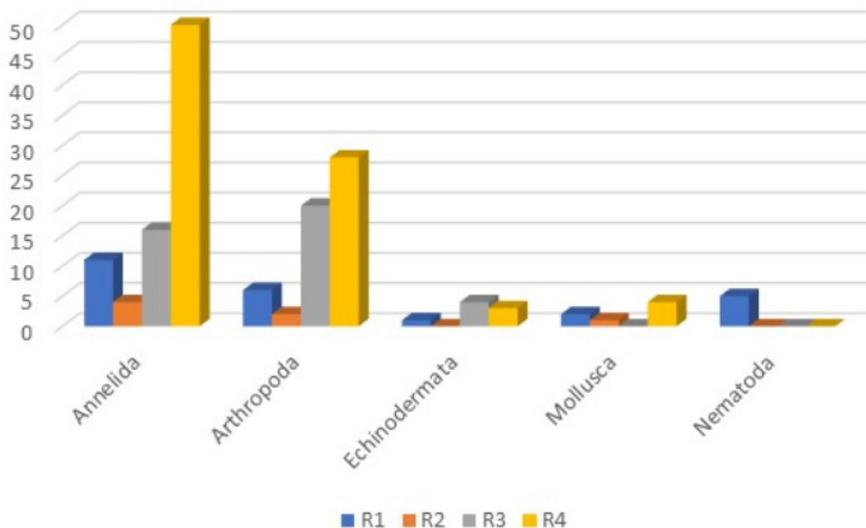


Figura 6 - Distribuição dos Filos *Annelida* (poliquetos, sipunculídeos), *Arthropoda* (*Crustacea*) *Echinodermata*, *Mollusca* e *Nematoda* nos pontos de coleta na área do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição espacial dos organismos bentônicos caracterizada na área do RVS de Santa Cruz, para a campanha de novembro de 2019, mostrou que organismos dos filos *Annelida* (*Polychaeta* e sipunculídeos) e *Arthropoda* (*Crustacea*) são mais abundantes, seguidos dos filos *Mollusca* e *Cnidaria* (Figura 7). Na tabela 6 estão exibidas algumas das fotos produzidas em laboratório de alguns dos organismos encontrados nas amostras dos arrastos de fundo realizados na área do Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz.

A triagem das amostras revelou, inicialmente, a presença de organismos pertencentes a oito filos: *Annelida* (poliquetos, sipunculídeos), *Arthropoda* (subfilo *Crustacea*), *Bryozoa*, *Chordata* (*Tunicata*), *Cnidaria*, *Echinodermata*, *Mollusca* e *Porifera*, distribuídos entre os quatro pontos de coleta (Tabela 7).

A distribuição espacial dos organismos bentônicos na área da RVS de Santa Cruz caracterizada pela amostragem feita em maio de 2020 mostrou que os organismos do Filo *Annelida* (*Polychaeta*) permanecem predominando a área, além dos organismos do Filo *Arthropoda* (*Crustacea*) (Figura 8). Os organismos do filo *Bryozoa* tiveram aumento na abundância entre os pontos.

A tabela 8 mostra algumas das fotografias tiradas em laboratório de alguns exemplares de organismos detectados nas amostras dos arrastados de fundo realizados na área da Unidade de Conservação RVS de Santa Cruz.

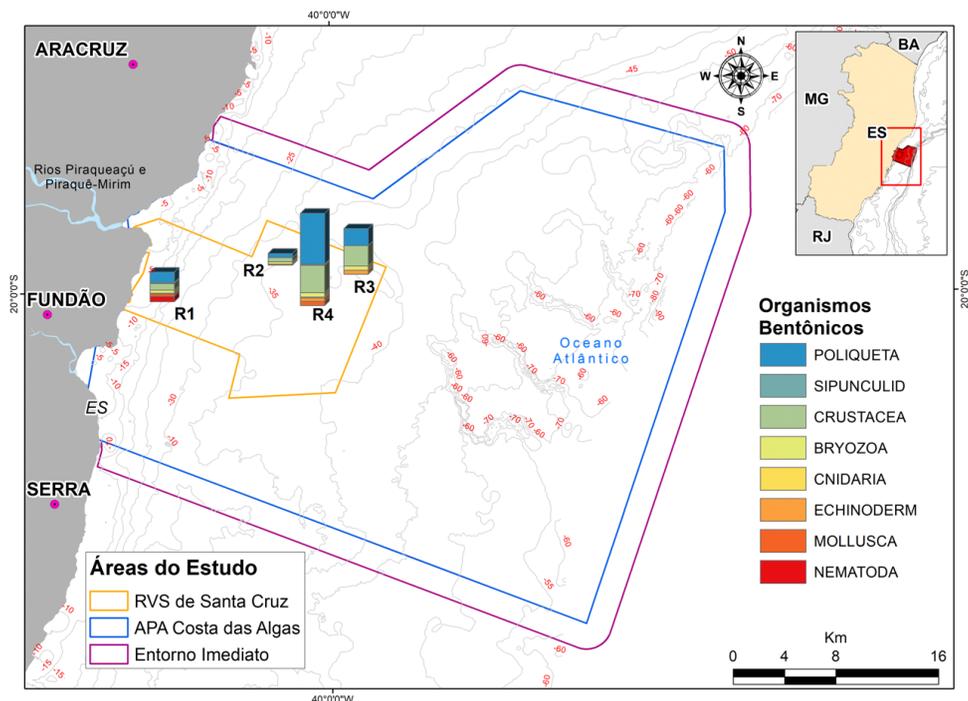
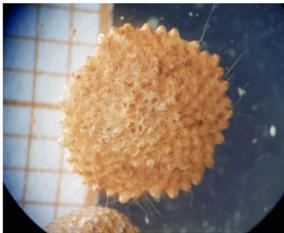


Figura 7 - Mapa da distribuição e abundância dos organismos bentônicos das amostras coletadas nas dragagens feitas em novembro de 2019 no RVS de Santa Cruz.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Classificação	Foto de Laboratório	Classificação	Foto de Laboratório
Bryozoa		Arthropoda (Crustacea) Amphipoda	
Hidrozoário (Cnidaria; Hydrozoa)		Echinodermata Holothuroidea	

Annelida (poliquetos)		Mollusca Bivalvia	
--------------------------	---	----------------------	--

Tabela 6 – Algumas das fotografias tiradas em laboratório de organismos encontrados nas amostras das dragagens feitas em novembro de 2019 no RVS de Santa Cruz.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pontos	Filos
R01	Annelida (poliquetos, sipunculídeos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Chordata
R02	Annelida (poliquetos, sipunculídeos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Cnidaria, Echinodermata
R03	Annelida (poliquetos, sipunculídeos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Echinodermata, Mollusca
R04	Annelida (poliquetos), Arthropoda (Crustacea), Bryozoa, Chordata, Echinodermata, Porifera

Tabela 7 – Grupos taxonômicos com caráter de filo, encontrados em quatro pontos de coleta realizada em maio de 2020 na área do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz-ES.

Fonte: Elaborado pelo autor.

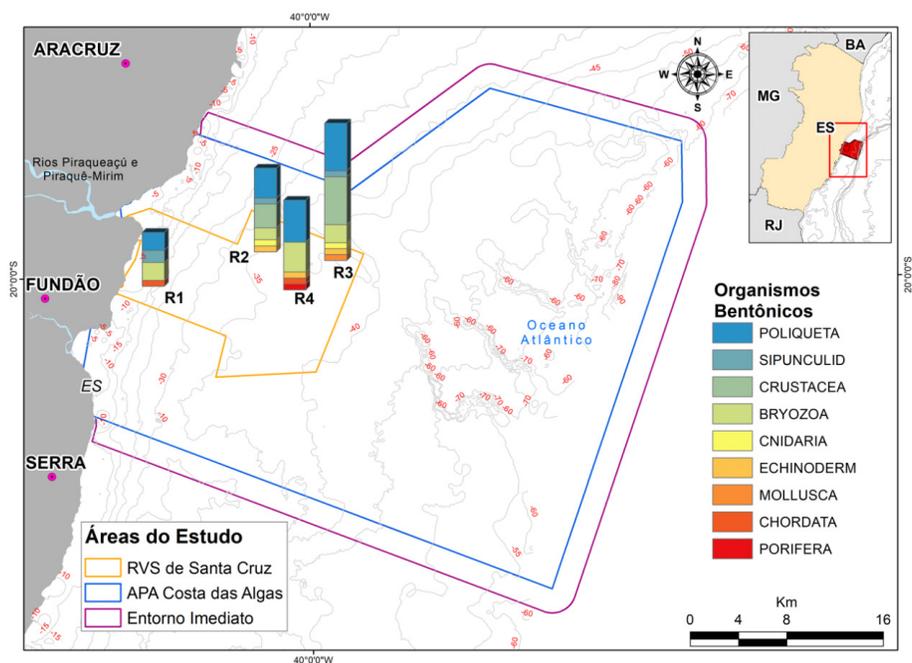


Figura 8 - Mapa da distribuição e abundância dos organismos bentônicos das amostras coletadas nas dragagens feitas em maio de 2020 no RVS de Santa Cruz. Fonte: Elaborado pelo autor.

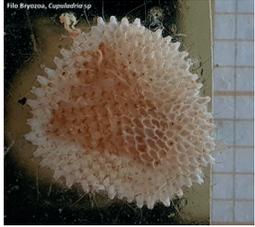
Classificação	Foto de Laboratório	Classificação	Foto de Laboratório
Filo Annelida Família Terebellidae		Filo Bryozoa <i>Cupuladria sp.</i>	
Filo Arthropoda (Crustacea) Amphipoda, <i>Moera sp.</i>		Filo Echinodermata Amphiuridae	
Filo Arthropoda (Crustacea) Isopoda, <i>Calyptolana hancocki</i>		Filo Porifera Demospongiae	

Tabela 8 – Algumas das fotografias tiradas em laboratório de organismos encontrados nas amostras das dragagens feitas em maio de 2020 no RVS de Santa Cruz.

Fonte: Elaborado pelo autor.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os padrões de distribuição e abundância dos organismos estão frequentemente correlacionados aos padrões de heterogeneidade do *habitat* (WOODIN, 1981) e a sua evolução histórica. A presença de estruturas físicas, como depósitos de seixos ou cascalho, e biogênicas, como tubos e galerias produzidos por animais, em comunidades bentônicas de substrato inconsolidado, aumentam a heterogeneidade espacial e fornecem às espécies *micro-habitats* que podem ser utilizados como refúgios contra perturbações ambientais e aumento da diversidade biológica (WOODIN, 1981).

Ademais, a proximidade com a costa pode afetar a distribuição e abundância dos organismos bentônicos, já que regiões mais rasas estão sujeitas a inúmeros distúrbios, como, por exemplo, a entrada de água doce e de sedimentos (com assoreamento), os quais são passíveis de reduzir a diversidade temporariamente, uma vez que aumentam a turbidez da água, diminuindo a entrada de luz e, conseqüentemente, a produtividade primária (LOURENÇO & MARQUES JUNIOR, 2002).

De fato, estudos semelhantes realizados nas plataformas continentais do Sudeste e Sul do Brasil mostraram que a diversidade reduzida nas áreas mais rasas foi um resultado de mudanças físicas (Paiva, 1993). Além disso, substratos de areia em áreas rasas são mais instáveis do que aqueles em áreas mais profundas devido a hidrodinâmica produzida pelas ondas (PAIVA, 1993), o que também explica a menor diversidade nesse perfil costeiro.

Os grupos ocorrentes nas amostras foram aqueles comumente encontrados em amostras de sedimentos provenientes da plataforma continental. O refinamento taxonômico (identificação no plano de família/espécie) pode revelar algum padrão na distribuição e abundância dos grupos, especialmente com relação a fatores como composição granulométrica e profundidade, que são os dois que mais influenciam as comunidades macrobentônicas.

REFERÊNCIAS

COLLING, A.; BEMVENUTI, C. Organismos bentônicos. p. 276-294. *In*: CALAZANS, D. (org.), **Estudos Oceanográficos: do instrumental ao prático**. Pelotas. RS. Editora Textos. 462 pp. 2011.

COUTINHO, R. Bentos de Costões Rochosos, *in*: PEREIRA, R.C. SOARES-GOMES, A. (Eds.), **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência Press, pp.147-157. 2002.

GRAY, J.S.; ELLIOT, M. **Ecology of marine sediments: from science to management**. 2nd ed. Oxford University Press, New York. 2009.

LANA, P.C. A vida marinha. P. 256-279. *In*: CASTELLO, J.P. e KRUG, L.C. (Orgs.). **Introdução às Ciências do Mar**. Pelotas, RS. Editora Textos. 601 pp. 2015.

LOURENÇO, S.O.; MARQUES JUNIOR, A.N. Produção primária marinha. *In*: PEREIRA, R.C., SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. Rio de Janeiro. Interciência, 282p. 2002.

MATTHEWS-CASCON, H.; BEZERRA, L.E.A.; BARROSO, C.X.; RABAY, S.G.; MOREIRA, A.K.; ROCHA, V.P.; SOARES, M.O. Marine benthic communities affected by the Doce River (southwestern Atlantic): Baseline before a mining disaster. **Marine Pollution Bulletin**, 135: 1000-1006. 2018.

MORRISEY, D.J.; HOWITT, L.; UNDERWOOD, A.J.; STARK, J.S. Spatial variation in soft-sediment benthos. **Marine Ecology Progress Series**, 81: 197-204. 1992.

PAIVA, P.C. Anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo: I e Padrões de densidade e diversidade específica. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo 41 (1/2), 69-80. 1993.

PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 2.ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Interciência, 631 p. 2009.

PITTMAN, S.J.; KNEIB, R.T.; SIMENSTAD, C.A. Practicing coastal seascape ecology. **Marine Ecology Progress Series**, 427: 187-190. 2011.

PITTMAN, S.J. Seascape ecology: a new science for the spatial information age. **Marine Scientist**, 20-23. 2013.

WALLER, G.; DANDO, M.; BURCHETT, M. **Sealife: a complete guide to the marine environment**. Washington: Smithsonian Institution Press. 1996.

WOODIN, S.A. Disturbance and community structure in a shallow water sand flat. **Ecology** 62, 1052-1066. 1981.

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Luiz Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de
Ciências do Mar (LABOMAR)
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

Francisco Gleidson da Costa Gastão

Universidade Federal do Ceará, Instituto de
Ciências do Mar (LABOMAR)
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4638493810134754>

Luiz Fernando Loureiro Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
de Ciências Humanas e Naturais, Departamento
de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9962754750741990>

RESUMO: O conhecimento sobre o fundo marinho e a delimitação de áreas com as mesmas características físicas e biológicas, por meio de mapeamentos direto e indireto, se tornam importantes não só para o entendimento do potencial do *habitat* para determinados organismos, mas também servem como pré-requisito crítico para a tomada de decisões atuais e futuras dentro das políticas da gestão do ambiente marinho. Desta forma, o presente estudo propôs o mapa dos *habitats* marinhos das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz. Para tanto foram levantadas informações sobre o tipo e distribuição dos sedimentos de fundo (fácies sedimentares), dados geofísicos (sonográficos e batimetria

multifeixe), bem como registros em vídeo por via de ROV e dados da fauna bentônica. Em virtude da existência de regiões preferenciais da hidrodinâmica e dos ambientes de sedimentação de fundo foram mapeados 11 *habitats* marinhos. O talude continental foi mapeado como o décimo segundo *habitat*, porém, como não foram realizadas amostragens neste ambiente, não foi possível fazer sua caracterização. Nos *habitats* arenoargilosos mais próximos da linha de costa e que possuem marcas onduladas de fundo, a distribuição quantitativa de indivíduos da fauna e flora é bem menor do que nos *habitats* com sedimentos cascalhosos, e que apresentam as mesmas marcas onduladas no substrato. Atrelado a isso, os bancos de rodolitos, que definem um fácies sedimentar e um único tipo de *habitat* marinho, entre o fundo inconsolidado, foi o que apresentou maior preferência na distribuição de organismos, preferencialmente da fauna marinha bentônica. Os recifes rochosos também expressaram rica distribuição de organismos marinhos, sobretudo aos pertencentes à ictiofauna. O mapeamento dos *habitats* marinhos e da biota associada nas áreas das Unidades de Conservação ajudou na compreensão da importância destas áreas para a preservação e manutenção da vida marinha local.

PALAVRAS-CHAVE: *Habitats* marinhos, APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz.

THE DELIMITATION OF THE *HABITATS* - MAP

ABSTRACT: Knowledge about the seabed and the delimitation of areas with the same physical and biological characteristics, through direct and indirect mapping, become important not only for understanding the potential of the habitat for certain organisms, but also serve as a prerequisite

critical to current and future decision making within marine environment management policies. Thus, the present study proposed a map of the marine habitats of the Conservation Units Costa das Algas EPA (Environmental Protection Area) and Santa Cruz WLR (Wildlife Refuge). For this purpose, information was collected on the type and distribution of bottom sediments (sedimentary facies), geophysical data (sonographic and multibeam bathymetry), as well as video records via ROV and data on benthic fauna. Due to the existence of preferential regions of hydrodynamics and bottom sedimentation environments, 11 marine habitats were mapped. The continental slope was mapped as the twelfth habitat, however, as sampling was not carried out in this environment, it was not possible to characterize it. In the sandy-clayey habitats closer to the coast line and which have wavy bottom marks, the quantitative distribution of individuals of fauna and flora is much smaller than in habitats with gravely sediments, which have the same wavy marks on the substrate. Linked to this, the rhodolith banks, which define a sedimentary facies and a single type of marine habitat, among the unconsolidated bottom, were the ones with the greatest preference in the distribution of organisms, preferably of the benthic marine fauna. The rocky reefs also expressed a rich distribution of marine organisms, especially those belonging to the ichthyofauna. The mapping of marine habitats and associated biota in the areas of the Conservation Units helped to understand the importance of these areas for the preservation and maintenance of local marine life.

KEYWORDS: Marine habitats, Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR.

1 | INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o fundo marinho e a delimitação de áreas com as mesmas características geológicas e oceanográficas, por meio de mapeamentos direto e indireto, se tornam importantes não só para o entendimento do potencial do *habitat* para determinados organismos animais e vegetais (GREENE *ET AL.*, 2007), mas também servem como prerequisite crítico para a tomada de decisões atuais e futuras dentro das políticas da gestão do ambiente marinho (Andersen et al., 2018), que, segundo Pitcher *et al.* (2016), suporte à proteção, além das políticas da pesca sustentável.

As premissas supracitadas devem ser consideradas de sobrada importância para países de grande dimensão como o Brasil. Este possui uma extensão litorânea de 8.500 km e uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 3.540.000 km² (CNUDM, 1997), zona com fins de exploração econômica e pesquisa científica, segundo Ferreira Neto (2010). Além disso, a extensa área oceânica do Brasil possui condições oceanográficas diversificadas, o que lhe configura um vasto mosaico de *habitats* do fundo marinho com características bióticas e abióticas distintas (LONGO; AMADO-FILHO, 2014).

Segundo Coutinho (2000), desde a foz do Rio Doce, a plataforma continental sudeste possui largura média de 48 km, além de várias intrusões vulcânicas que favorecem o desenvolvimento de estruturas biogênicas. Mais ao sul, no Estado do Espírito Santo, estão localizadas as duas Unidades de Conservação (UCs) objetos dos estudos mencionados aqui. A APA (Área de Proteção Ambiental) Costa das Algas e o RVS (Refúgio da Vida Silvestre) de Santa Cruz, segundo Brasil (2006), correspondem a uma região de ocorrência de grande variedade de macroalgas marinhas, calcárias e não calcárias, que proporcionam substrato, abrigo e alimentação para diversificada fauna bentônica demersal e pelágica, além de sedimentos biolitolásticos e litolásticos, que proporcionam a formação de

um mosaico de ambientes do fundo marinho (LONGO; AMADO-FILHO, 2014) com características bióticas e abióticas distintas.

Segundo a European Nature Information System (EUNIS) (2007, revisada em 2012), *habitats* são classificados hierarquicamente de acordo com os fatores abióticos e bióticos, e são dimensionados com suporte em um conjunto de parâmetros físicos e biológicos, como, por exemplo, características do substrato e zonas biológicas. A definição clássica de *habitats* proposta por Begon *et al.* (1990) tem como principal objeto o espaço físico, que pode ser compreendido como o ambiente de ocupação de organismos vegetais e animais. A este espaço são atribuídas características específicas que dão suporte à sobrevivência, ou até mesmo à reprodução daqueles organismos.

Diaz *et al.* (2004) mencionam que os fatores e processos correlacionados com a geologia e a forma do fundo oceânico desempenham papel fundamental na estabilidade e composição do leito marinho. Love *et al.* (2006), a seu turno, ressaltam que a geologia, o tipo e formas do substrato, bem assim a textura da área, representada pelos sedimentos e os processos de sedimentação, constituem fatores abióticos responsáveis, na maior parte, pela distribuição e abundância de determinados organismos demersais e bentônicos.

A prática de mapeamento de *habitats* marinhos em todo o mundo é procedida, nas últimas décadas, com suporte em métodos universais que englobam aplicações de ampla variedade instrumental e metodológica. Estes métodos evoluíram com o objetivo de mapear o fundo marinho, de acordo com objetivo e escala pretendidos (SPALDING & GREENFEL 1997; KENNY *ET AL.* 2003; SOLAN *ET AL.* 2003; DIAZ *ET AL.* 2004; PRATES 2006; SECCHIN *ET AL.* 2013).

A Geofísica, com base nos levantamentos de Sistemas de Sonar Multifeixe (Multibeam Sonar System – MBSS) (TODD *ET AL.* 1999; BROWN & BLONDEL 2008) e Sonar de Varredura Lateral (Moura *ET AL.*, 2013), apresenta-se como potencial ferramenta para a prática do mapeamento de *habitats*, pois proporciona uma informação bem completa e de alta resolução espacial do fundo marinho. Estes sistemas, juntamente com os Veículos de Operação Remota ou ROV (MONTEIRO *ET AL.*, 2008; WÖLFL *ET AL.*, 2014), também trazem bom resultado de verdade de campo, favorecendo um mapeamento mais preciso da distribuição dos *habitats*, com base nas observações *in situ* das condições bióticas e abióticas. Vale ressaltar a importância da utilização da sedimentologia (WÖLFL *et al.*, 2014) como parte complementar do conhecimento geológico e textural do fundo marinho no mapeamento de *habitats*.

A biodiversidade dos *habitats* marinhos, que reflete a riqueza ou o número de espécies, é o resultado da evolução na variabilidade genética dos organismos que sobrevivem à seleção natural (JOLY *ET AL.*, 2011). Segundo Lana (2003) e Joly *et al.* (2011), as perdas na biodiversidade jamais são recuperadas, uma vez que os passos de uma evolução processo a ser repetida desaparecem juntamente com o genoma de espécies singulares. Como cada espécie é uma parte funcional de um *habitat*, onde ocorrem as interações de espécies com o ambiente físico e com as outras espécies coexistentes, o meio ambiente paga alto preço pela biodiversidade perdida, em termos ecológicos, espaciais e temporais. O conhecimento da composição biótica, relacionadas aos fatores que influenciam na sua ocorrência e distribuição, é relevante meio para o manejo deste recurso e sua proteção

dentro das áreas das Unidades de Conservação. Apesar da importância deste tema, o conhecimento da distribuição dos organismos na plataforma continental brasileira (Atlântico Sul) é havido como incipiente.

Este capítulo, pois, oferece o mapeamento dos *habitats* das duas áreas de Unidades de Conservação (UCs), com amparo em informações sobre a distribuição dos sedimentos de fundo, dados geofísicos (sonográficos e batimetria multifeixe), bem como registros em vídeo por via de ROV e dados da fauna bentônica. Para a classificação das áreas delimitadas no mapeamento dos *habitats*, foi utilizado o sistema proposto por Greene et al. (2007), que expressa um código de atributos gerado de acordo com a sobreposição das informações abióticas do fundo marinho.

2 | METODOLOGIA

A malha amostral do Projeto contém um total de 290 pontos, além de 27 pontos/transectos utilizados para a coleta de dados geofísicos (Figura 1). As campanhas de amostragem dos dados bióticos e abióticos foram realizadas dos anos de 2016 a 2020. Nas campanhas de coleta de sedimento, as amostras (biótico) foram utilizadas para a análise da macrofauna bentônica, além da análise sedimentológica. O adensamento amostral da área da APA Costa das Algas desde a isóbata de - 40 metros decorre da malha amostral da campanha do ROV realizada em julho de 2020 (malha milha náutica x milha náutica), que foi elaborada a fim de aprimorar os conhecimentos sobre a flora marinha, sobretudo a ocorrência e registro da alga *Laminaria abyssalis*, dentre outras, e a fauna marinha.

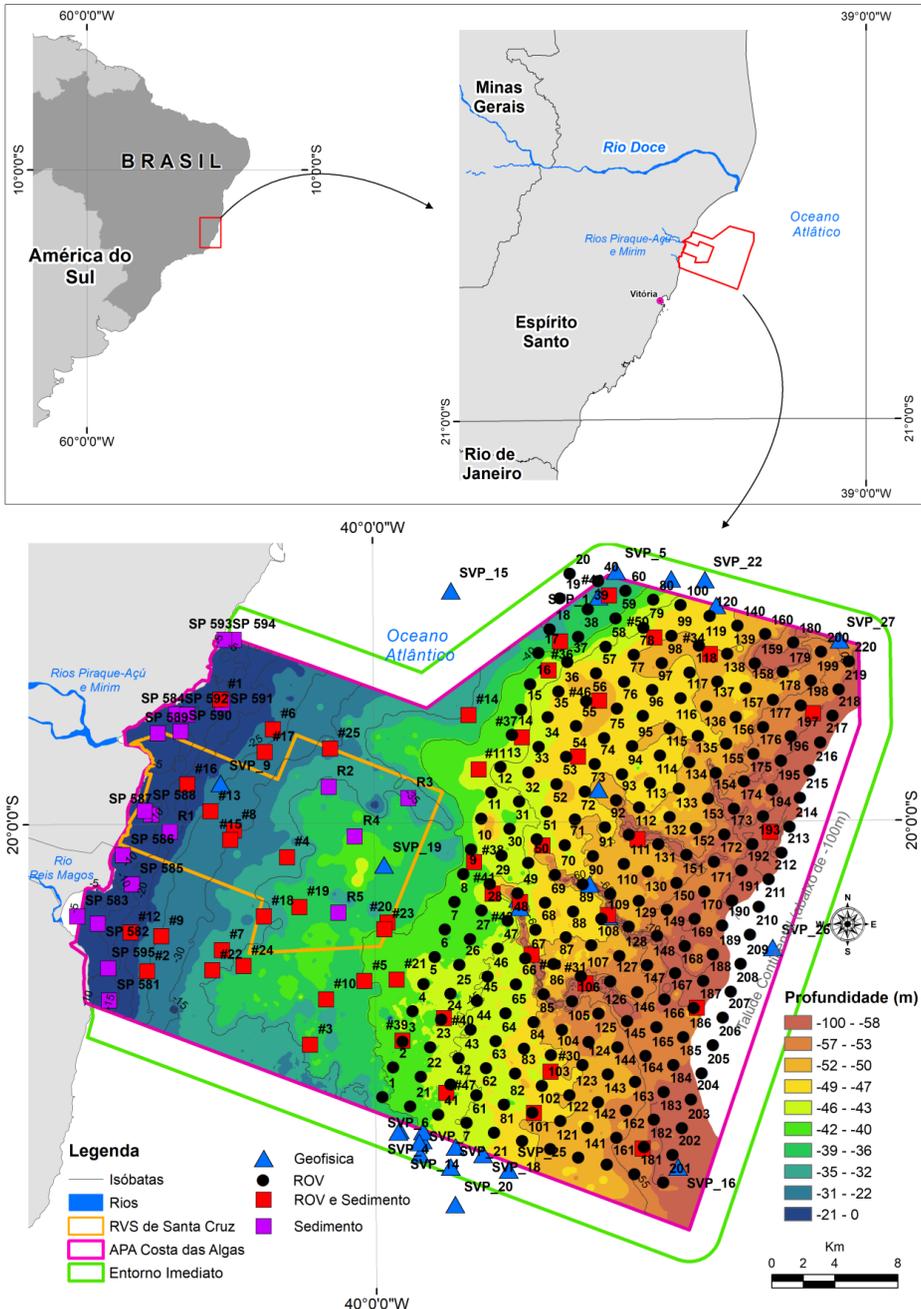


Figura 1 - Localização da área estudada e os pontos de amostragem (dados batimétricos das folhas de bordo do Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil e do Projeto de Pesquisa “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”).

Fonte: Elaborado pelo autor.

A interpretação e elaboração de um sistema de classificação para delimitação e mapeamento dos *habitats* marinhos da área estudada foram feitas com base na fisiografia de fundo marinho (KENDALL *et al.* 2005; GREENE *et al.* 2007), no mapeamento das fácies sedimentares, na geoquímica do sedimento, nos dados do ROV e na identificação da macrofauna bentônica, estudos abordados nos capítulos anteriores.

A integração entre os dados conduziu a interpretação e definições para o mapeamento dos *habitats* marinhos, de acordo com a classificação de *habitats* marinhos potenciais de Greene *et al.* (2007). Os autores propõem uma classificação arrimada num conjunto de caracteres ou códigos para ambiente SIG, na qual cada código diz respeito a uma determinada característica do ambiente do fundo marinho, seja ela geológica, geomorfológica ou biológica. A ordem, características e identificação dos caracteres utilizados no presente trabalho, que definiram a classificação dos doze *habitats* marinhos, estão apresentadas na tabela 1.

Vale ressaltar que os caracteres entre parênteses correspondentes à fração granulométrica do sedimento foram adaptados a partir do código de classificação faciológica de Larsonneur, modificada por Dias (1996), para corroborar a classificação dos *habitats* marinhos proposta por Greene *et al.* (2007). Os códigos relacionados aos fácies sedimentares que compõem a classificação dos *habitats* são: Lama (L) Terrígena (T), corresponde ao código LT, assim como as fácies Areia (A) Litoclástica (L) – AL, Areia (A) Biolitoclástica (BI) – ABI, Areia (A) Bioclástica (B) – AB, e Rodolitos (R). Já os códigos correspondentes à classificação de Greene *et al.* (2007) foram mantidos, porém as terminologias foram alteradas para a língua portuguesa. O código “S”, por exemplo, relacionado a “*Shelf, continental and island shelves*” foi mantido, mas a terminologia foi alterada para “Plataforma continental”.

O mapeamento dos *habitats* marinhos seguiu o mesmo princípio em ambiente SIG adotado para o mapeamento dos fácies sedimentares do capítulo 4, que contou com a definição individual dos *habitats* para os pontos amostrais. Para cada ponto, foi atribuído um valor correspondente a um tipo de *habitat*. A partir da distribuição dos valores na área estudada, foi feita a interpolação deles pelo método do Inverso da Distância Ponderada no *software* QGIS versão 2.4 “Chugiak” (SHERMAN *et al.* 2007), permitindo a geração de áreas mapeadas correspondentes a cada um dos *habitats* marinhos.

Código ou caractere	Ordem do caractere	Tipo de mapeamento ou escala (Greene et al. (2007))	Classificação (Greene et al. (2007) ou Classificação de Larsonneur (*))
“S”	1°	Indica um dos nove tipos de megahabitats	Plataforma continental (0-200 m)
“F”			Talude continental (200-3000 m)
“s”	2°	Tipo de material, consolidado ou não consolidado	Fundo suave, cobertura sedimentar
“h”			Fundo rígido

"(LT)"	2 ° entre parênteses	Características do sedimento (fração granulométrica)	Lama Terrígena*
"(AL)"			Areia Litoclástica*
"(ABI)"			Areia Biolitoclástica*
"(AB)"			Areia Bioclástica*
"(R)"			Rodolitos*
"d"	3°	Meso ou macro <i>habitats</i>	Fundo rochoso deformado, inclinado e dobrado
"e"			Fundo rochoso exposto
"g"			Canal
"w"			Ondas de sedimentos (10 cm a <1 m de amplitude) e dunas
"[a-b]"	4°	Flora e fauna de recife	Algas vermelhas
"[a-g]"			Algas verdes
"c"			Corais
"1"	5°	Declive de fundo	Plano (0-5°)
"2"			Inclinado (5-30°)
"3"			Inclinada acentuadamente (30-60°)
"A"	6°	Rugosidade do fundo	Rugosidade muito baixa
"B"			Baixa rugosidade
"C"			Rugosidade moderada

Tabela 1 – Ordem, características e identificação dos caracteres utilizados para a classificação de *habitats* marinhos proposta por Greene *et al.* (2007).

Fonte: Elaborado pelo autor.

3 | HABITATS MARINHOS MAPEADOS

3.1 Ambientes de Sedimentação e Zonas Hidrodinâmicas

Os aspectos e características geológicas e geomorfológicas de fundo dos fácies sedimentares mapeados zoneiam a área estuda em distintas regiões preferenciais quanto à hidrodinâmica e aos ambientes preferenciais de sedimentação.

Os ambientes de sedimentação (Figura 2) foram divididos em dois, um representado pela composição de sedimentos originados no próprio ambiente marinho (autóctones), ricos em biodetritos carbonáticos, e que está situado entre as profundidades de 40 metros até o talude continental; e outro composto por sedimentos siliciclásticos de origem terrígena ou continental (alóctones), situado desde a profundidade e 40 metros até a linha de costa.

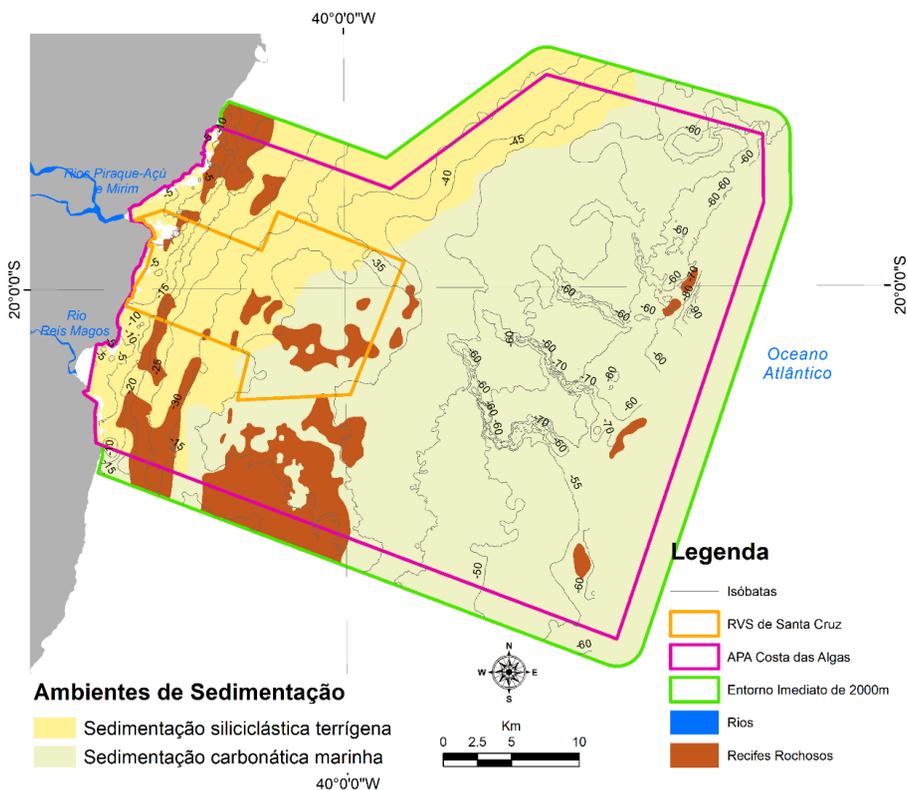


Figura 2 - Ambientes de sedimentação, de acordo com a distribuição dos sedimentos de composições siliciclásticas terrígenas e carbonáticas marinhas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As zonas hidrodinâmicas (Figura 3) são compostas por três áreas, a Zona calma, situada desde a profundidade de 40 metros até o talude continental, representada pela ausência de marcas onduladas de fundo no substrato, uma vez que não há ação hidrodinâmica mais intensa das ondas e correntes nesta área; a Zona de agitação das ondas de fundo, situada entre as profundidades de 40 e 2,5 metros, composta por marcas onduladas de fundo no substrato formadas pela ação hidrodinâmica das ondas e correntes; e a Zona intermarés, situada desde a profundidade de 2,5 metros até a linha de costa, onde ocorre a variação da maré, quando o fundo é exposto na baixa-mar e coberto na preamar.

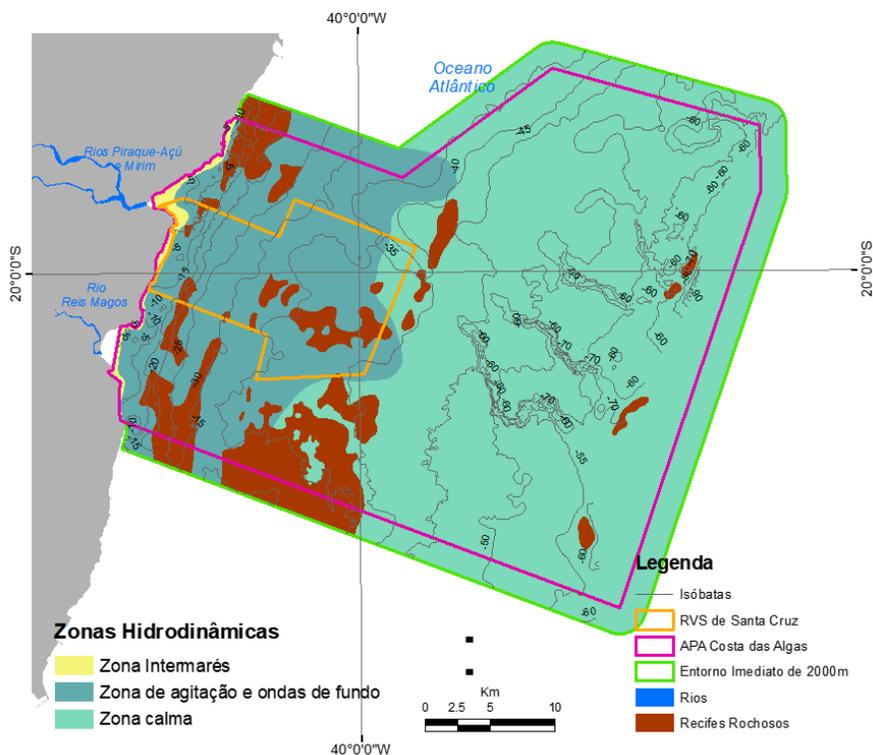


Figura 3 – Distribuição das zonas hidrocinâmicas com base na localização das marcas onduladas de fundo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em virtude da existência de regiões preferenciais da hidrocinâmica e dos ambientes de sedimentação de fundo, também ajustados pelos dados do levantamento com o ROV, além da base de classificação de habitats marinhos proposta por Greene et al. (2007); foram mapeados 11 habitats marinhos nas áreas do RVS de Santa Cruz e da APA Costa das Algas, além do Entorno Imediato de 2000 metros (Figura 4). O talude continental foi mapeado como o décimo segundo habitat, porém, como não foram realizadas amostragens neste ambiente, não foi possível fazer sua caracterização.

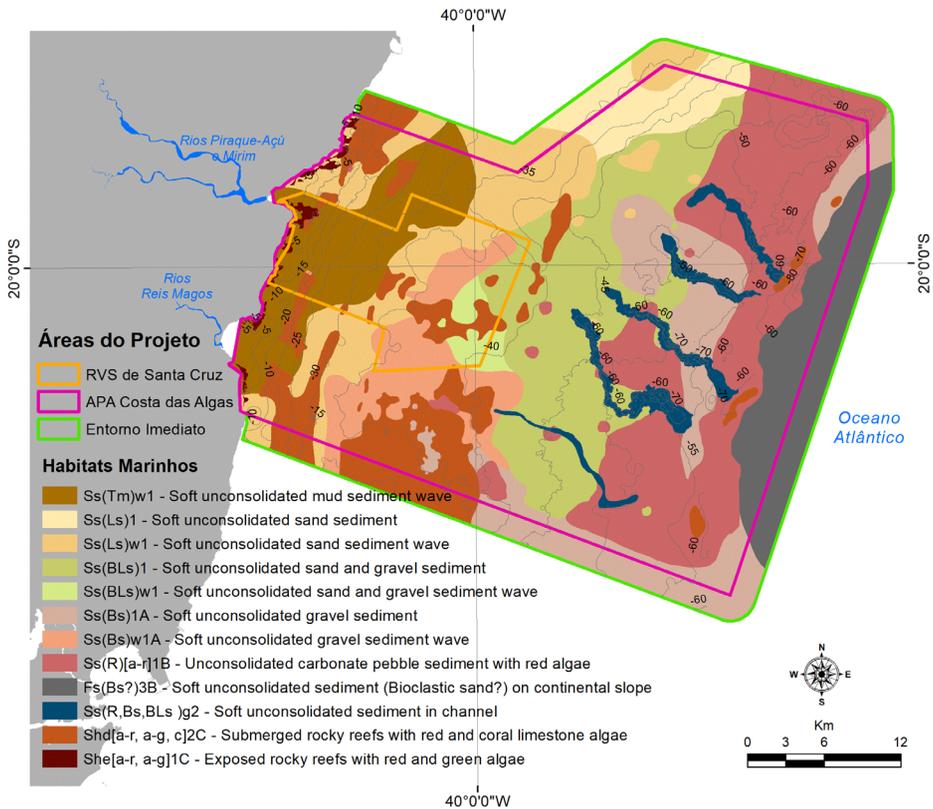


Figura 4 – Mapas dos *habitats* marinhos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Ss (LT)w1 – Sedimento Lamoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo

O *habitat* Ss(LT)w1 - Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo possui área de 132,2 km² e está situado entre as profundidades menores do que 40 metros até a linha de costa próxima à foz dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim. Está distribuído nas duas Unidades de Conservação, e ocupa a metade da área da RVS de Santa Cruz.

Este *habitat* é composto por substrato lamoso de origem continental transportado pela descarga fluvial dos rios até o ambiente marinho. A área total deste *habitat* corresponde ao fácies sedimentar Lama Terrígena (LT). Por estar inserido na Zona de agitação das ondas, possui marcas onduladas de fundo do tipo linguoide e simétricas. O relevo deste *habitat* é suave, com inclinação variando de 0 a 5° de declive.

A macrofauna bentônica caracterizada pela triagem de zoobentos feita a partir do material coletado pelo amostrador Van Veen mostra que, no *habitat*, organismos pertencentes à pelo menos oito Filos estão presentes [Arthropoda (subfilo Crustacea), Mollusca, Annelida (classe Polychaeta), Cnidaria, Echinodermata, Nematoda, Nemertea e Bryozoa]. No que se refere à abundância dos organismos da macrofauna bentônica no

habitat, o filo *Annelida (Polychaeta)* é o mais abundante, representando 48% do total de organismos encontrados. Os filos *Nematoda*, *Crustacea* e *Mollusca* representam 18, 16 e 12%, respectivamente. Os filos *Echinodermata* e *Nemertea* somam 6%, e o filo *Cnidaria* representa menos de 1% do total.

Os organismos identificados no arrasto estão presentes nos pontos amostrais P6 e P13. Foram detectados sete exemplares do filo *Crustacea* e nove do filo *Mollusca*, e são vistos na figura 5A.

As filmagens com o ROV revelaram um ambiente mais desértico em se tratando da presença de fauna e flora visíveis. Não foi observada a presença de algas, e, escassamente, foram vistos alguns animais da fauna bentônica, como esponjas do mar, e da ictiofauna (Figura 5A).

3.3 Ss(AL)1 – Sedimento Arenoso não Consolidado

O *habitat* Ss(AL)1 - Sedimento arenoso não consolidado está situado no norte da área de estudo, e possui 63 km² de área entre as profundidades de 40 e 50 metros. Está distribuído apenas na Unidade de Conservação APA Costa das Algas.

O *habitat* é composto por substrato arenoso de origem continental, correspondente ao fácies sedimentar Areia Litoclástica (AL). Em decorrência de sua localização, estima-se que estes sedimentos são oriundos da descarga fluvial do Rio Doce, situado ao norte da área da APA Costa das Algas. Uma vez inserido na Zona calma da hidrodinâmica, não possui marcas onduladas de fundo no substrato. A declividade é suave, com desnível variando de 0 a 5°.

O arrasto de fundo detectou quatro exemplares de organismos do filo *Crustácea* (Figura 5B). Já as filmagens com o ROV revelaram outros animais, como moreia e esponjado-mar, além de um linguado (*Paralichthys brasiliensis*) (Figura 5B). Neste *habitat* não foram detectadas algas.

3.4 Ss(AL)w1 – Sedimento Arenoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo

O *habitat* Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado, com marcas onduladas de fundo está localizado entre as profundidades de 40 metros, mais ao norte da área, e 30 metros até a linha de costa nas proximidades da desembocadura dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, e possui uma área de 178,8 km². Da mesma forma como o *habitat* Ss(AL)1 - Sedimento arenoso não consolidado, é composto por sedimentos siliciclásticos de origem terrígena, além de ser correspondente ao fácies sedimentar Areia Litoclástica (AL), porém possui marcas onduladas de fundo, uma vez que está situado na Zona de agitação das ondas de fundo. A declividade do terreno do *habitat* é suave, com desnível variando de 0 a 5°, mas passa a ser levemente inclinada nos contatos com os recifes de corais.

A macrofauna bentônica, identificada pela triagem do material coletado pela draga Van Veen, é composta por organismos dos filos *Bryozoa*, *Arthropoda (Crustacea)*, *Annelida (Polychaeta)*, *Mollusca*, *Nemertea*, *Nematoda*, *Echinodermata*, *Sipuncula*, *Echiura*, *Chordata (Urochordata)* e *Entoprocta*. Dentre estes organismos, os mais abundantes foram os dos filos *Annelida (Polychaeta)*, *Mollusca*, *Arthropoda (Crustacea)* (Figura 5C) e *Echinodermata*.

Já o material do arrasto revelou abundantes organismos do filo *Echinodermata* com 13 exemplares identificados.

As imagens feitas pelo ROV, entre as campanhas de fevereiro de 2018 e julho de 2020, mostraram que o *habitat* abriga alguns organismos como esponja-do-mar, anêmona-do-mar, estrela-do-mar, e alguns peixes como, o trilha (*Upeneus parvus*), o guaiúba (*Ocyurus chrysurus*) e solha (*Soleidae*) (Figura 5C). No *habitat* Ss(AL)w1, não foram registradas algas bentônicas.

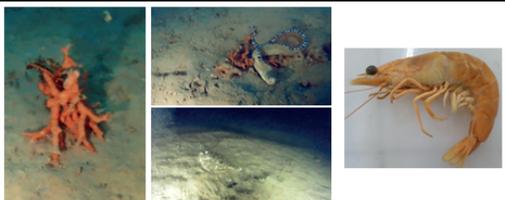
Zonas Hidrodinâmicas	Ambiente de Sedimentação	Fácies Sedimentares (Larsouner)	Habitats Marinhos (Green et al, 2007)	Fauna Marinha Associada
Zona de agitação das ondas de fundo	Sedimentação siliciclástica terrígena	Lama Tarrígena (LT)	<p>A</p> <p>Ss(LT)w1 – Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo.</p>	
Zona calma		Areia Litoclástica (AL)	<p>B</p> <p>Ss(AL)1 – Sedimento arenoso não consolidado</p>	
Zona de agitação das ondas de fundo			<p>C</p> <p>Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado com marcas onduladas de fundo</p>	

Figura 5 – Fauna associada aos *habitats* marinhos situados no ambiente de sedimentação siliciclásticos terrígenos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5 Ss(ABI)1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado

O *habitat* Ss(ABI)1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado - está entre as profundidades de 35 e 50 metros na porção central das duas Unidades de Conservação, alongado desde o norte até o sul das áreas. Sua distribuição se dá principalmente na APA Costa das Algas, sendo encontrado também no limite leste do RVS de Santa Cruz, e possui uma área de 228 km². É um *habitat* que representa a interface dos sedimentos siliciclásticos terrígenos e carbonáticos marinhos, uma vez que possui distribuição bimodal entre as classes granulométricas areia e cascalho, além de equilibrada concentração

de CaCO_3 , juntamente com metais pesados; é correspondente ao fácies sedimentar Areia Biolitoclástica. Não possui marcas de ondulação de fundo e o relevo é suave, com declividade abaixo de 5° .

As imagens coletadas com o ROV revelaram presença mais significativa de diversos organismos da fauna marinha (Figura 6A). As algas bentônicas *Laminaria abyssalis* (Figura 7A) estão no setor sul da APA Costa das Algas no *habitat* Ss(ABI)1 - Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado. Já outras algas dos filos *Rhodophyta*, *Chlorophyta* e *Phaeophyta* (Figura 7A) aparecem distribuídas em quase toda a extensão do *habitat*. Não houve ponto amostral para a identificação da macrofauna bentônica neste *habitat*.

3.6 Ss(ABI)w1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo

O *habitat* Ss(ABI)w1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo tem sua área de 18km^2 quase totalmente inserida na UC RVS de Santa Cruz, entre as profundidades de 35 e 40 metros. Possui as mesmas características sedimentológicas do *habitat* Ss(ABI)1 - Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado, diferenciado apenas por marcas onduladas no substrato, além de representar o fácies sedimentar Areia Biolitoclástica. A declividade do terreno não é superior a 5° , salvo no contato com os recifes rochosos submersos.

A macrofauna bentônica do material coletado pela draga Van Veen na amostragem de fevereiro de 2018 revelou organismos dos filos *Bryozoa*, *Arthropoda* (*Crustacea*), *Mollusca* e *Echinodermata*. Em se tratando da abundância entre os filos, *Arthropoda* (*Crustacea*) é o mais representativo, seguido pelos filos *Mollusca* e *Echinodermata*. Os organismos do filo *Bryozoa* aparecem colonizando outros animais da macrofauna bentônica.

O ROV, apenas das campanhas de fevereiro de 2018, revelou escassa presença de vida marinha visível no *habitat*, talvez em decorrência da pouca amostragem, sendo apenas dois pontos de coleta, e ao tamanho de sua área, uma vez que é a menor entre os *habitats* submersos. Apenas foram registrados fragmentos de esponjas-do-mar sobre o substrato biolitoclástico (Figura 6B).

3.7 Ss(AB)1A – Sedimento Cascalhoso não Consolidado

Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado - é um *habitat* que possui 184km^2 de área entre as profundidade de 45 e 60 metros no setor central da APA Costa das Algas, e ocorre também nos limites nordeste, próximo à queda da Plataforma Continental, e sul da APA. É composto por mais de 70% de cascalho carbonático de biodetritos, ou fragmentos de carapaças de organismos marinhos, como moluscos, gastrópodes e algas calcárias, originados pela sedimentação autóctone marinha, e correspondente ao fácies sedimentar Areia Bioclástica (AB). Este *habitat* não possui marcas onduladas de fundo no substrato. A declividade é suave, não maior do que 5° na maior parte da área do *habitat*, mas apresenta declividades acima de 5° nos canais e talude continental. Apresenta leve rugosidade, em razão dos fragmentos biodetríticos.

A fauna observada pelo ROV, considerando as campanhas de fevereiro de 2018 e julho de 2020, é composta por esponjas-do-mar e estrelas-do-mar (Figura 6C), entre outros;

e peixes como o sargo (*Archosargus probatocephalus*), trombeta (*Aulostomus maculatus*) e o baiacu (*Cyclichthys spinosus*) (Figura 6C).

A flora marinha foi registrada em quase todos os pontos amostrados pelo ROV nas campanhas de julho de 2020, as algas *Laminaria abyssalis* e outras espécies (Figura 7B).

3.8 Ss(AB)w1A – Sedimento Cascalhoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo

O *habitat* Ss(AB)w1A – Sedimento Cascalhoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo - possui 88 km² de área, e está situado no RVS de Santa Cruz e na APA Costa das Algas. Também é composto por sedimento cascalhoso, e apresenta marcas onduladas de fundo no substrato.

A macrofauna bentônica é representada por organismos dos filós *Bryozoa*, *Arthropoda* (*Crustacea*), *Annelida* (*Polychaeta*), *Mollusca*, *Nematoda*, *Echinodermata*, *Nemertea*, *Cnidaria*, *Entoprocta*, *Porifera*, *Chordata*, *Sipuncula* e *Echiura*. O filo *Annelida* (*Polychaeta*) é o mais abundante, representando 47% do total de organismos encontrados, seguido pelos filós *Arthropoda* (*Crustacea*) (30%) e *Bryozoa* (9%).

As imagens do ROV, apenas das campanhas de fevereiro de 2018, revelaram esponjas-do-mar (Figura 6D) e algumas algas verdes e pardas, além de peixes em cardumes (Figura 6D). Já na coleta de imagens com o ROV na campanha de julho de 2020, foi registrado o peixe peroá (*Balistes capriscus*) (Figura 6D).

3.9 Ss(R)[a-r]1B – Seixos Carbonáticos com Algas Vermelhas (Rodolitos)

Ss(R)[a-r]1B – Seixos Carbonáticos com Algas Vermelhas (Rodolitos) - é o *habitat* composto quase que exclusivamente por bancos de rodolitos do fácies sedimentar Rodolitos (R) e bancos de *maerl* de algas *lithothamnium*. É o maior *habitat* das Unidades de Conservação estudadas, com cerca de 320 km² de área, mas está situado apenas na área da APA Costa das Algas.

Está totalmente inserido na Zona calma da hidrodinâmica de influência das ondas, entre as isóbatas de - 45 e aproximadamente -100 metros, nas proximidades da quebra da Plataforma Continental, e possui declividade suave, menor do que 5°, e rugosidade moderada, em razão da ocorrência de seixos de rodolitos.

A fauna marinha é bastante rica no *habitat* Ss(R)[a-r]1B – Seixos Carbonáticos com Algas Vermelhas (Rodolitos). As imagens detectadas pelo ROV de todas as campanhas do projeto mostraram uma rica fauna, composta por estrelas-do-mar, anêmonas-do-mar, bolacha-do-mar, dentre outros. A ictiofauna também é composta por uma diversidade grande de espécies, como os peixes mariquita (*Holocentrus adscensionis*), ariacó (*Lutjanus synagris*), trilha (*Upeneus parvus*), voador (*Dactylopterus volitans*), trombeta-pintada (*Fistularia tabacaria*), borboleta (*Chaetodon striatus*), além de moreias e arraia (Figura 6E).

Assim como a fauna marinha é bastante rica no *habitat* Ss(R)[a-r]1B – Seixos Carbonáticos com Algas Vermelhas (Rodolitos), a flora associada também o é. A alga *Laminaria abyssalis* ocorre abundantemente neste *habitat* (Figura 7C), e esteve na maior parte dos pontos detectados pelo ROV na campanha de julho de 2020. Outras algas também ocorrem, principalmente as do filo *Rhodophyta*, como os próprios rodolitos, as dos

gêneros *Rhodymenia* e *Lithothamnium* (Figura 7C).

3.10 Ss(R, A, ABI)g2 – Sedimento Inconsolidado em Canal

Ss(R, A, ABI)g2 – Sedimento inconsolidado em canal - é um *habitat* representado pelos canais que cortam os *habitats* Ss(BLs)1, Ss(Bs)1A, Ss(Bs)w1A e Ss(R)[a-r]1B, desde a profundidade de 40 metros até as proximidades do talude continental. Está inserido exclusivamente na UC APA Costa das Algas, e ocupa uma área de 49 km². Por intersectar outros *habitats*, possui substrato composto por sedimentos arenosos a cascalhosos, ricos em biodetritos.

O *habitat* possui abundante vida marinha, com estrelas do mar, e outros animais do filo *Echinodermata*, além de ictiofauna geralmente em cardumes (Figura 8A). O material de arrasto de fundo mostrou também abundantes organismos dos filós *Arthropoda* (*Crustacea*) (41 exemplares), seguido pelos filós *Echinodermata* (14 exemplares) e *Mollusc*, com (com um exemplar), além da ocorrência de organismos colonizadores dos filós *Bryozoa* e *Porifera* (Figura 8A).

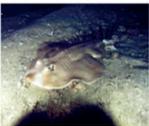
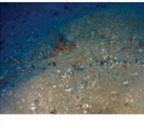
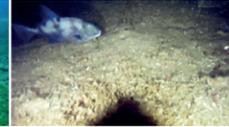
Zonas Hidrodinâmicas	Ámbios de Sedimentação	Fácies Sedimentares (Larsouner)	Habitats Marinhos (Green et al, 2007)	Fauna Marinha Associada					
Zona calma	Sedimentação marinha carbonática	Areia Biolitoclástica (ABI)	A Ss(ABI)1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado						
Zona de agitação das ondas de fundo			B Ss(ABI)w1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo						
Zona calma		Areia Bioclástica (AB)	C Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado						
Zona de agitação das ondas de fundo			D Ss(AB)w1A – Sedimento cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo						
Zona calma		Rodólitos (R)	E Ss(R)[a-r]1B – Seixos carbonáticos com algas vermelhas (Rodólitos)						

Figura 6 – Fauna associada aos *habitats* marinhos situados no ambiente de sedimentação carbonática.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Zonas Hidrodinâmicas	Ambiente de Sedimentação	Fácies Sedimentares (Larsouner)	Habitats Marinhos (Green et al, 2007)	Flora Marinha Associada
Zona calma	Sedimentação marinha carbonática	Areia Biolitoclástica (AB)	Ss(AB)1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado	A 
Zona calma		Areia Bioclastica (AB)	Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado	B 
Zona calma		Rodolitos (R)	Ss(R)[a-r]1B – Seixos carbonáticos com algas vermelhas (Rodolitos)	C 

Figura 7 – Flora associada aos *habitats* marinhos situados no ambiente de sedimentação carbonática.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.11 Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes Rochosos Submersos com Algas Vermelhas e Coral Calcário

O *habitat* Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes Rochosos Submersos com Algas Vermelhas e Coral Calcário - representa os recifes rochosos submersos, ou estruturas recifais submersas, das áreas estuadas. Está distribuído por toda a área, desde a linha de costa até as proximidades do talude continental, porém está mais concentrado nas profundidades maiores do que 40 metros. Possui uma área representativa de 173 km² e elevada rugosidade. No contato com o *habitat* Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado com marcas onduladas - há provável soterramento de recifes observado no ponto amostral. Os recifes deste ponto também foram registrados por Boni *et al.* (2018) e Vieira *et al.* (2018).

A fauna é abundante, representada por vários cardumes de peixes que habitam sobre os recifes mais próximos do talude continental (Figura 8B). A ictiofauna também ocorre nos recifes costeiros do *habitat* Shd[a-r, a-g, c]2C (Figura 8B).

3.12 She[a-r, a-g]1C – Recifes Rochoso Exposto com Algas Vermelhas e Verdes

She[a-r, a-g]1C – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes - trata-se de um *habitat* localizado na zona intermarés junto à linha de costa. É composto pela plataforma de abrasão situada na linha de costa. Ocupa uma área de 7,8 km², está distribuído entre as duas Unidades de Conservação. Possui elevada rugosidade e baixa declividade do terreno, não maior do que 5°.

No *habitat* marinho She[a-r, a-g]1C – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes, foram identificados 59 táxons infragenéricos, sendo as macroalgas o grupo mais

diversificado.

As macroalgas, além de terem sido os organismos mais diversos, foram os mais abundantes (Figura 8C). Considerando todas as cinco plataformas de abrasão estudadas, a comunidade bentônica recobriu $55,9 \pm 14,4\%$ do substrato, o restante sendo rocha nua ou depósitos de areia (silicática ou carbonática). Considerando apenas a cobertura biológica, $70,2 \pm 14\%$ desta eram compostos por algas. E mesmo incluindo os trechos não recobertos por organismos, as algas ainda foram dominantes no *habitat*. Essa grande dominância de algas é uma característica comum de ambientes recifais brasileiros, inclusive no caso de recifes biológicos.

Considerando os demais organismos, os corais moles (zoantídeos) ocuparam $11 \pm 6\%$ do substrato, e foram o segundo grupo de maior abundância média (e também o segundo mais diverso, com quatro espécies) (Figura 8C). Entre eles, sobretudo *Zoanthus sp.* e *Palythoa variabilis*, se alternaram como espécie mais abundante, a depender do ponto amostrado. Os demais organismos, incluindo as três espécies de coral observadas, contribuíram pouco para a cobertura plataformas de abrasão (em conjunto, elas recobriram em média $4,2\%$ do substrato, o que equivale a $0,7\%$ por grupo). Vale Ressaltar, no entanto, a ocorrência de construções feitas pelo poliqueta *Phragmatopoma sp.* que recobriram percentual relevante do substrato (aproximadamente $7,4\%$). Também se destacam a ocorrência de manguê (e algas típicas de manguê), e de gramas marinhas (*Halodule wrightii*).

4 | DISCUSSÕES GERAIS SOBRE OS HABITATS MARINHOS

A região correspondente à plataforma continental das Unidades de Conservação (UCs) APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz é composta por um conjunto de sedimentos areno-argilosos, arenosos e cascalhos, ao mesmo tempo em que são formados por seixos e grânulos, além de recifes rochosos submersos e expostos, e canais e paleocanais preenchidos por sedimentos terrígenos e marinhos. A distribuição destes ambientes nas áreas das UCs, assim como em outras regiões de plataformas continentais do Brasil, é controlada pelos processos de transgressão e regressão do mar que ocorrem desde o Pleistoceno médio (DOMINGUEZ, 2007) ao Holoceno.

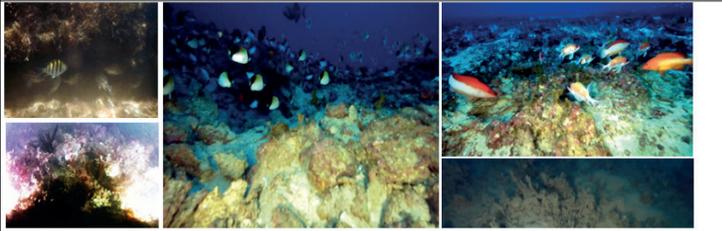
Zonas Hidrodinâmicas	Ambiente de Sedimentação	Habitats Marinhos (Green et al, 2007)	Fauna e Flora Marinha Associadas
Zona calma	Sedimentação marinha carbonática	A Ss(R, A, AB)g2 – Sedimento inconsolidado em canal	
Zona de agitação das ondas de fundo	Sedimentação seliciclástica terrígena Sedimentação marinha carbonática	B Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário	
Zona inter-marés	Sedimentação seliciclástica terrígena	C She[a-r, a-g]1C – Recifes rochosos expostos com algas vermelhas e verdes	

Figura 8 – Fauna e flora marinhas associadas aos *habitats* relacionados aos canais e recifes submersos e expostos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os controles de transporte, retrabalho e deposição de sedimento (B. A. J. NETO *et al.*, 2004; DOMINGUEZ, 2007), controles morfológico e estrutural do fundo oceânico (ALVES E PONZI, 1984; VALADÃO *et al.*, 1990; DOMINGUEZ, 2010; MAHIQUES *et al.*, 2010; FONTES *et al.*, 2017), controle hidrodinâmico (DAVIS, 1992; NITTROUER; WRIGHT, 1994; VIANNA *et al.*, 1998; DIAS, 2004), além do controle bioquímico (B.A.J. NETO *et al.*, 2004), assim como ocorre na plataforma continental correspondente ao Banco de Abrolhos, sudeste do Brasil (D'AGOSTINI *et al.*, 2019), localizada ao norte das áreas das UCs; são os responsáveis pela formação de um rico mosaico de fácies sedimentares e *habitats* marinhos com características geológicas e biológicas distintas.

Os processos supracitados corroboram a definição de duas áreas preferenciais de sedimentação, uma terrígena e outra marinha, separadas na isóbata de -35 metros nas áreas das UCs. No primeiro caso, os sedimentos alóctones ou extrabacias são transportados deste o continente até a plataforma continental através do transporte fluvial dos rios da região, como o Doce, principal curso de água a contribuir para a sedimentação terrígena

na Bacia do Espírito Santo (APRILE *et al.*, 2004), e os rios de menor porte Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (ALBINO, 1999; SILVA *et al.*, 2013), formando as fácies sedimentares Lama Terrígena (LT) e Areia Litoclástica (AL), bem como os *habitats* marinhos Ss(LT)w1 – Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, Ss(AL)1 – Sedimento arenoso não consolidado e Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado com marcas onduladas de fundo.

Nestes ambientes de sedimentação de águas mais rasas, alguns componentes orgânicos e inorgânicos, como nutrientes, metais, radionuclídeos, hidrocarbonetos (LACERDA e MARINS, 2006), além da matéria orgânica (NAVARRA *et al.* 1980), podem ser depositados através das descargas fluviais dos rios, e, quando incorporados aos sedimentos compostos por areia fina e argila de fundo (WANG e CHEN, 2000), podem gerar problemas particulares para o ambiente aquático e a biota marinha, visto que apresentam, ao mesmo tempo que as toxicidades, persistência e bioacumulação na cadeia alimentar (MARCOVECCHIO, 2000; MARINS *et al.*, 2004). Tais circunstâncias são suscetíveis de ocorrer nas áreas das UCs, em razão da influência dos teores de metais sobre a abundância da macrofauna bentônica, sobretudo nos fácies Lama Terrígena (LT) e Areia Litoclástica (AL) e seus respectivos *habitats* marinhos, onde há maior concentração dos metais cromo (Cr), vanádio (V), manganês (Mn) e zinco (Zn). Embora estes *habitats* apresentem menor abundância quantitativa, a diversidade de filos (valor qualitativo) foi maior do que nos demais *habitats*. Por outro lado, os fácies Areia Biolitoclástica (ABI), Areia Bioclástica (AB) e Rodolitos (R) e seus respectivos *habitats* marinhos apresentaram preferências na distribuição de organismos da macrofauna bentônica, com maior número de indivíduos por ponto amostral, ao mesmo tempo que tiveram menores concentrações nos teores de metais supracitados. Segundo Maioli (2009), os rodolitos da área deste estudo, por constituírem um substrato estruturalmente mais complexo, denotam uma riqueza superior de macrofauna bentônica do que em sedimentos mais finos. Neves (2015) também mostrou as mesmas características preferenciais da macrofauna bentônica aos sedimentos compostos por rodolitos e areia bioclástica na plataforma continental sudeste do Brasil, com a contribuição destes tipos de substratos para a heterogeneidade do ecossistema e elevada riqueza e abundância de táxons.

A distribuição de metais nos sedimentos marinhos das áreas das UCs também foi registrada por Sá *et al.* (2015) nas Bacias do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos, associada a outros elementos, como óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, devido ao processo de co-precipitação, segundo os autores. Neste experimento, cromo (Cr), vanádio (V), manganês (Mn) e zinco (Zn) mostram estreita associação com os sedimentos finos e ricos em matéria orgânica do fácies sedimentar Lama Terrígena e o *habitat* marinho Ss(LT) w1 – Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, relacionados com o aporte sedimentar terrígeno, nas proximidades da foz dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim até a isóbata de 40 metros. Cromo e vanádio, agrupados com ferro (Fe), bário (Ba), níquel (Ni), cobre (Cu) e alumínio (Al), já foram reportados na Bacia do Espírito Santo (AGUIAR *et al.*, 2014).

Já a área das UCs correspondente à sedimentação marinha tem os sedimentos autóctones formados na própria bacia, boa parte por processos de reação bioquímica (J.AB. Neto *et al.*, 2004), que consiste na decomposição de estruturas esqueléticas, ou

carapaças de vários organismos mortos, que posteriormente são fragmentados por processos de abrasão e desarticulação, formando os granulados marinhos (DIAS, 2000) compostos por areia grossa litoclástica, cascalhos litoclásticos e bioclásticos, além de algas calcárias (*maerl* e *Lithothamnium*) e rodolitos (ROCHA *et al.*, 2018). Dias (2000) ressalta que os bancos de algas *maerl* e *Lithothamnium* são mais bem desenvolvidos nas profundidades, em que os talos da alga aproveitam melhor a penetração da intensidade e qualidade da luz, podendo variar de oito a 60 metros, refletindo condições ideais na coluna d'água para o desenvolvimento destas algas. Os registros e distribuição de algas coralíneas *maerl* e *Lithothamnium* nas áreas das UCS, sobretudo na APA Costa das Algas, corroboram as colocações de Dias (2000) e outros estudos feitos na área (ALBINO, 1999), uma vez que ocorrem bancos de *maerl* e *Lithothamnium* associados a fragmentos de rodolitos e sedimentos biolitoclásticos, nas profundidades de 40 a 60 metros nos canais submersos da UC APA Costa das Algas, formando o fácies sedimentar Areia Bioclástica (AB) e os *habitats* marinhos Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado e Ss(AB)w1A – Sedimento cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, além do fácies Areia Biolitoclástica (ABI) e os *habitats* Ss(ABI)1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado e Ss(ABI)w1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, estes últimos representados como intermediárias entre os ambientes de sedimentação terrígeno e marinho.

Bancos de rodolitos se estendem por quase toda a margem continental interna do Brasil (FOSTER, 2001), porém são mais abundante nas plataformas continentais nordeste e sudeste até o Rio de Janeiro (MILLIMAN & AMARAL, 1974; BAHIA *et al.*, 2010), com maior concentração no sudeste brasileiro (PEREIRA-FILHO *et al.*, 2011; AMADO-FILHO *et al.*, 2012A; AMADO-FILHO *et al.*, 2012B; PASCELLI *et al.*, 2013), como os que ocorrem na área deste estudo, onde estão distribuídos entre as profundidades de 40 e 100 metros, até as proximidades da margem da plataforma continental, formando o fácies sedimentar Rodolitos (R) e o *habitat* marinho Ss(R)[a-r]1B – Seixos carbonáticos com algas vermelhas (Rodolitos).

O carbonato de cálcio (CaCO₃) mais concentrado nos sedimentos marinhos autóctones biolitoclásticos e bioclásticos, ricos em biodetritos, situados abaixo da profundidade de 35 metros nas áreas das UCs, principalmente na APA Costa das Algas, apresenta estreita correlação com o metal bário (Ba). Segundo Reitz *et al.* (2004), o sulfato de bário, que exprime baixa solubilidade em água, e baixa toxicidade à biota (NORDBERG *et al.*, 2007), pode ser utilizado por organismos marinhos na formação de suas carapaças, ou, ainda, na formação de estatólitos (estruturas orgânicas responsáveis pela manutenção da orientação e profundidade, com função de equilíbrio dos organismos) (BROOK *et al.*, 1980), o que explica a alta concentração de bário nos sedimentos biolitoclásticos e bioclásticos dos fácies sedimentares Areia Biolitoclástica (ABI) e Areia Bioclástica (AB) e seus respectivos *habitats* marinhos.

A morfologia de fundo da área deste ensaio exprime pouca variação topográfica no que diz respeito à declividade, não ultrapassando os 5° na maior parte. Muito embora não existam variações consideráveis no relevo do fundo marinho, algumas feições de fundo são registradas pelos dados batimétricos.

Os recifes rochosos, formadores dos *habitats* marinhos Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes

rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário, definidos por padrão sonográfico de fundo como Alto IRSA (Intensidade do Retorno do Sinal Acústico) (VIEIRA *et al.*, 2018), estão distribuídos desde a linha de costa até a profundidade de 70 metros, próximo à margem da plataforma continental (BONI *et al.*, 2018), porém são mais abundantes até a profundidade de 40 metros, muitos deles capeados por corais e outros componentes da fauna e flora marinha. Já o *habitat* She[a-r, a-g]1C – Recife rochoso exposto com algas vermelhas e verdes, influenciado pela zona intermarés, conforma estruturas indicativas de concreções lateríticas/ferruginosas construídas em rocha mais resistentes ao ataque das ondas relacionadas às flutuações do nível do mar no Pleistoceno (KING, 1963). Estes recifes rochosos constituem excelentes berços para a formação e proliferação de algas marinhas bentônicas de várias espécies (BARATA, 2004). Sua estrutura tridimensional ajuda a abrigar diversos organismos distintos da fauna e flora marinha (VILLAÇA, 2002).

As marcas onduladas de fundo, originadas pelas ações da hidrodinâmica (DAVIS, 1992; NITTROUER e WRIGHT, 1994; VIANNA *et al.*, 1998; DIAS, 2004), foram interpretadas como padrões sonográficos de Alta IRSA a Alternada IRSA, com distribuição entre as isóbatas de -25 e -35 metros (VIEIRA *et al.*, 2018). No estudo ora sob relatório, as imagens do ROV registraram estas marcas onduladas entre as profundidades de dez e 40 metros, compondo os *habitats* marinhos, situados na Zona de agitação das ondas de fundo, Ss(LT)w1 – Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, Ss(LT)w1 – Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, Ss(ABI)w1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo e Ss(AB)w1A – Sedimento cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo.

Os canais submersos são as feições morfológicas distribuídas entre as profundidades de 40 a 70 metros na área da UC APA Costa das Algas, preenchidos por sedimentos de composição biolitoclástica, bioclástica e rodolitos, pertencentes ao *habitat* marinho Ss(R, A, ABI)g2 – Sedimento inconsolidado em canal. Os canais constituem a continuação dos paleocanais de baixo padrão IRSA (VIEIRA *et al.*, 2018) preenchidos por sedimentos terrígenos mais finos nas profundidades entre 25 e 30 metros (NOGUEIRA *et al.*, 2018; D'AGOSTINI *et al.*, 2018).

A distribuição e abundância de organismos marinhos nos *habitats* mapeados obedecem a um padrão preferencial de sedimentação, sendo os *habitats* correspondentes aos fácies sedimentares Areia Biolitoclástica (ABI), Areia Bioclástica (AB) e Rodolitos (R), originadas pela sedimentação marinha, as que apresentaram o maior número de espécies. A rica diversidade da fauna e flora marinhas constante na área da APA Costa das Algas decorre da maior concentração de substrato de origem marinha, sobretudo nos *habitat* marinhos Ss(ABI)1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado, Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado, SsR)[a-r]1B – Seixos Carbonáticos com Algas Vermelhas (Rodolitos), sendo este último o mais rico e representado pelos bancos de rodolitos do fácies sedimentar Rodolitos (R) e bancos de *maerl* de algas *Lithothamnium*. A rica e abundante fauna é representada por estrelas-do-mar, moreia, anêmonas-do-mar, bolacha-do-mar, arraia, entre outros, além de varias espécies da ictiofauna. A flora marinha é também bastante rica e abundante, com forte presença da alga bentônica *Laminaria abyssalis*, além de outras algas bentônicas dos filós *Rhodophyta*, *Chlorophyta* e *Phaeophyta*.

Já os *habitats* definidos pelas fácies sedimentares Lama Terrígena (LT) e Areia Litoclástica (AL), ainda que tenham apresentado relativa diversidade pontual, possuem menor distribuição e abundância. Esta situação atual corrobora estudos sobre a fauna bentônica realizados nas plataformas continentais do sudeste e sul do Brasil, que mostraram a diminuição da diversidade em áreas mais rasas, resultado de mudanças físicas (PAIVA, 1993; CAPÍTOLI E BEMVENUTI, 2004). Além disso, substratos de areia em áreas rasas são mais instáveis do que aqueles de áreas mais profundas, em razão da hidrodinâmica produzida pelas ondas de fundo (PAIVA, 1993). Lourenço e Marques Junior (2002) ressaltam que ambientes marinhos localizados nas proximidades da costa podem ser afetados pela entrada de água doce vindas dos rios, e de sedimentos terrígenos, aumentando a turbidez nestes ambientes, diminuindo a entrada de luz e, conseqüentemente, a produtividade marinha.

Outro fator importante para a distribuição e abundância dos organismos marinhos são os padrões heterogêneos de *habitats*, que constituem estruturas físicas, além de depósitos de seixos e cascalhos, que fornecem aos organismos *habitats* que podem ser utilizados como refúgio e berçários (WOODIN, 1981), como os que ocorrem nos *habitats* correspondentes aos fácies Areia Biolitoclástica (ABI) e Areia Bioclástica (AB), onde há aumento na ocorrência de fauna e flora quando comparados ao fundo sem rugosidade. Esses ambientes são compostos principalmente por cascalhos carbonáticos de biodetritos, ou fragmentos de carapaças de organismos marinhos, onde é possível observar algumas algas e maior abundância da ictiofauna.

À medida que ocorre o aumento da rugosidade, como nos *habitats* relacionados aos bancos de rodolitos, há aumento da biodiversidade, onde, conseqüentemente, são criados ambientes favoráveis para diversas macroalgas, invertebrados marinhos e peixes (FOSTER, 2001; STELLER *et al.*, 2003; FOSTER *et al.*, 2007). Segundo Gherardi (2004) rodolitos formam uma das comunidades bentônicas mais importantes da plataforma continental brasileira.

Os recifes rochosos mostraram significativa abundância de organismos, tanto da fauna como da flora marinha, em decorrência da elevada rugosidade. O ambiente recifal é considerado um dos ecossistemas mais ricos da Terra, mostrando elevada diversidade de espécies, com papel fundamental na resiliência dos recifes de corais (NYSTRÖM *et al.*, 2000; MCCLANAHAN *et al.*, 2002 E SCHEFFER *et al.*, 2001). Os recifes, recorrentemente, são constituídos por corais e vários outros organismos biomineralizadores, dos quais se destacam as algas coralíneas, que são um importante componente do ambiente recifal, formando ecossistemas altamente produtivos e de alta riqueza de espécies (STENECK e DETHIER, 1994; KIKUCHI E LEÃO, 1997; LEÃO e DOMINGUEZ, 2000).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área das Unidades de Conservação existem pelo menos dois mega-*habitats*, quando considerada uma escala de mapeamento menos detalhada para *habitats* marinhos, a plataforma continental, representada por relevo mais suave e superfícies mistas rugosas a lisas entre os sedimentos e estruturas de recifes rochosos, e o talude continental, não

tendo havido detalhe neste estudo.

A plataforma continental das Unidades de Conservação (UCs) APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz constitui um vasto mosaico de fácies sedimentares e *habitats* marinhos moldados pelos regimes preferenciais de sedimentação terrígeno e marinho. Embora existam duas áreas caracterizadas por distintos regimes de sedimentação, separadas nas proximidades da isóbata de -40 metros, há predominância do regime de sedimentação marinha constituído por areias biolitoclástica, bioclástica e bancos de rodolitos, sobretudo na APA Costa das Algas, o que configura, de uma maneira geral, área de alto potencial de proliferação e preservação da fauna e flora marinhas bentônica e demersal.

Nos *habitats* compostos por fundos inconsolidados, o tipo e a composição do sedimento de fundo, que define os fácies sedimentares, são mais importantes na distribuição da fauna e flora marinhas do que as condições hidrodinâmicas, que definem alguns dos *habitats* marinhos mapeados, caracterizados por marcas onduladas no substrato. Nos *habitats* arenoargilosos mais próximos da linha de costa e que possuem marcas onduladas de fundo, a distribuição quantitativa de indivíduos da fauna e flora é bem menor do que nos *habitats* com sedimentos cascalhosos, e que apresentam as mesmas marcas onduladas no substrato. Atrrelado a isso, os bancos de rodolitos, que definem um fácies sedimentar e um único tipo de *habitat* marinho, entre o fundo inconsolidado, foi o que apresentou maior preferência na distribuição de organismos, preferencialmente da fauna marinha bentônica.

Os recifes rochosos, tanto submersos quanto expostos em baixamar, também expressaram rica distribuição de organismos da fauna e flora marinhas, sobretudo aos pertencentes à ictiofauna. Já os canais submersos, compostos por uma variedade maior de sedimentos como os biolitoclásticos, bioclásticos e rodolitos, foram os que apresentaram maior riqueza entre organismos da fauna bentônica e demersal dentre todos os outros *habitats*, refletindo maior preferência neste *habitat* como área de abrigo e reprodução.

Vale ressaltar que a relação da ocorrência dos organismos com certo tipo de substrato ou fundo não exclui totalmente a ocorrência em outros tipos, tendo em vista que a ocorrência de determinados organismos está ligada com sua capacidade de resiliência às variações físicas, químicas e biológicas do meio e/ou impactos ambientais ocorridos na área estudada. Como cada organismo é parte funcional de um *habitat*, onde ocorrem interações com o ambiente físico e com outros organismos coexistentes, o meio ambiente paga alto preço pela biodiversidade perdida, em termos ecológico, espacial e temporal. Isto implica a importância do conhecimento dos fatores físicos, químicos e biológicos marinhos que influenciam na ocorrência e distribuição dos organismos marinhos, como ferramenta para o manejo destes recursos e suas proteções dentro das áreas das Unidades de Conservação.

O mapeamento dos *habitats* marinhos e da biota associada nas áreas das Unidades de Conservação ajudar na compreensão da importância destas áreas para a preservação e manutenção da vida marinha, bem como na diminuição ou extinção de atividades predatórias, como a pesca por arrasto, comumente realizada na região.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J.O.; DE LACERDA, L.D.; MIGUENS, F.C.; MARINS, R.V. 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. 1999. **Processos de Sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES**. Tese de doutoramento em Ciências – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ALVES, E.C.; PONZI, V.R. Características morfológico-sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. **XXXVIII Cong. Bras. Geologia**. Pp. 1629-1642. 1984.

AMADO-FILHO, G.M.; MOURA, R.L.; BASTOS, A.C.; SALGADO, L.T.; SUMIDA, P.Y.; GUTH, A.Z.; FRANCINI-FILHO, R.B.; PEREIRA-FILHO, G.H.; ABRANTES, D.P.; BRASILEIRO, P.S.; BAHIA, R.G.; LEAL, R.N.; KAUFMAN, L.; KLEYPAS, J.A.; FARINA M.; THOMPSON, F.L. Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ bio-factories in the tropical South West Atlantic. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4, p. e35171, 2012a.

AMADO-FILHO, G.M.; PEREIRA-FILHO, G. H. Rhodolith beds in Brazil: a new potential *habitat* for marine bioprospection. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 22(4), 782-788.2012b.

ANDERSEN, J.H.; MANCA, E.; AGNESI, S.; AL-HAMDANI, Z.; LILLIS, H.; MO, G.; POPULUS, J.; REKER, J.; TUNESI, L.; VASQUEZ, M. European broad-scale seabed *habitat* maps support implementation of ecosystem-based management. **Open Journal of Ecology**, 8: 86–103.2018.

APRILE, F.M.; LORANDI, R.; BIANCHINI JUNIOR, I. A dinâmica costeira e os processos erosivos na Foz do Rio Doce, Espírito Santo – Brasil. **Bioikos**, PUC-Campinas, 18 (1): 71-78.2004.

BAHIA, R.G.; ABRANTES, D.P.; BRASILEIRO, P.S.; PEREIRA-FILHO, G.H.; AMADO-FILHO, G.M. Rhodolith bed structure along a depth gradient on the northern coast of Bahia State, Brazil. **Brazilian journal of oceanography**,58(4), 323-337.2010.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. **Ecology**: individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications; 1990.

BARATA, D. **Clorofíceas marinhas bentônicas do Estado do Espírito Santo**. Dissertação de mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, São Paulo. 2004.

BONI, G.C.; D'AGOSTINI, D.P.; VIEIRA, F.V.; SOUZA, G.B.; BASTOS, A.C.; LEAL, C.A. Morfometria e Distribuição Espacial das Estruturas Recifais Neríticas da Área de Proteção Ambiental Costa Das Algas (Es). **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª Edição, p. 156-157. 2018.

BRASIL. 2006. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Relatório Final da Proposta de Criação das Uc's Apa Costa das Algas E Revis de Santa Cruz**. Vitória, Volumes I, II, III, IV e V, anexos de 1 a 29. 2006.

BROOK, A.; FOTHERINGHAM, S.; BRADLY, J.; JENKINS, A. 1980. Barium accumulation by desmids of the genus *Closterium* (Zygnemaphyceae). **British Phycological Journal**, v. 15, n. 3, p. 261–264, 1980.

BROWN, C.J.; BLONDEL, P. **Developments in the application of multibeam sonar backscatter for seafloor *habitat* mapping**. Applied Acoustics. 2008.

CAPÍTOLI, R.R.; BEMVENUTI, C. Distribuição batimétrica e variações de diversidade dos macroinvertebrados bentônicos da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil. **Atlântica** 26(1), 27-43. 2004.

CNUDM. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. **Diário da República**, n.238/97, série I-A, 1º suplemento. Disponível em: http://www.mpes.gov.br/anexos/centros_apoio/arquivos/10_21021533221762009_ConvençãodasNaçõesUnidasSobreoDireitodoMar.pdf. Acesso em: 10 fev. 2019. 14 out. 1997. 2017.

COUTINHO, P.N. 2000. **Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil**. Relatório do Programa REVIZEE (1995-2000), Oceanografia Geológica. Brasília, DF.: FEMAR/SECIRM/MMA, 2005. 138 p. 2000.

D'AGOSTINI, D.P.; VIEIRA, F.V.; BONI, G.C.; SOUZA, G.B.; BASTOS, A.C.; LEAL, C.A. Evolução de Sistemas de Paleocanais em uma Plataforma com Sedimentação Carbonática-Siliclástica. **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª Edição, p. 154-155. 2018.

D'AGOSTINI, D.P.; BASTOS, A.C.; AMADO-FILHO, G.M.; VILELA, C.G.; OLIVEIRA, T.C.S.; WEBSTER, J.M.; MOURA, L.R. **Morphology and sedimentology of the shelf-upper slope transition in the Abrolhos continental shelf** (east Brazilian margin). doi: <https://doi.org/10.1007/s00367-019-00562-6>. 2019.

DAVIS, R.A. JR. Depositional Systems. An Introduction to Sedimentology and Stratigraphy. Second Edition. **Terrigenous Shelves and Shallow Seas**. (11) 405-455. 1992.

DIAS, G.T.M. Granulados Bioclásticos – Algas Calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, Vol. 18(3), p. 307 - 318, 2000.

DIAS, J.A. **A análise sedimentar e conhecimento dos sistemas marinhos** (Uma Introdução à Oceanografia Geológica). Edição Preliminar, Universidade do Algarve, 2004, 84 p. 2004.

DIAZ, R.J., SOLAN, M., VALENTE, R.M. A review of approaches for classifying benthic *habitats* and evaluating *habitat* quality. **Journal of Environmental Management** 73, 165–181.2004.

DOMINGUEZ, J.M.L. Sediment transfer mechanisms from the coastal zone/shelf to the slope/basin during the last 400,000 yrs: a case study for the north-central shelf of Bahia state. *In: International Congress of The Brazilian Geophysical Society*, 10, Rio de Janeiro, Brazil. CD-ROM, sem numeração sequencial. 4pp. 2007.

DOMINGUEZ, J.M.L. **Response of the Narrow, Shallow Shelf off Eastern Brazil to Prolonged Sub-Aerial Exposure during the Quaternary**. AGU- Meeting of Americas, Foz do Iguaçu, agosto de 2010.

EUROPEAN NATURE INFORMATION SYSTEM (EUNIS) <https://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp>. 2007, revisada em 2012.

FERREIRA NETO, W.B. O Direito do Mar e a fronteira marítima brasileira. A importância dos conceitos jurídicos de Mar Territorial, Zona Contígua, Zona Econômica Exclusiva e Plataforma Continental para o desenvolvimento nacional. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 15, n. 2657, 10 out. 2010. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/17519>>. Acesso em: 7 mar. 2019.

FONTES, L.C.; KOWSMANN, R.O.; PUGA-BERNABÉU, A. 2017. Geomorfologia da Plataforma Continental de Sergipe-Alagoas. *In: Geologia e Geomorfologia da Bacia de Sergipe-Alagoas*. São Cristóvão: Ed. UFS, 2017. Cap. 2, p 24-61. (Coleção Merseal, 1).

FOSTER, M.S. Rhodoliths: Between rocks and soft places. **J.Phycol.** 37: 659–667. 2001.

FOSTER, M.S.; MCCONNICO, L.M.; LUNDSTEN, L.; WADSWORTH, T.; KIMBALL, T.; BROOKS,

- L.B.; MEDINALÓPEZ, M.; RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R.; HERNÁNDEZ-CARMONA, G.; VÁSQUEZ-ELIZONDO, R.M.; JOHNSON, S.; STELLER, D.L. Diversity and natural history of a Lithothamnion muelleri-Sargassum horridum community in the Gulf of California. **Cienc. Mar.** 33(4): 367–384.2007.
- GHERARDI, D.F.M. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, southern Brazil. **Braz. J. Oceanogr.**, vol. 52, n.3-4, pp. 207-224. 2004.
- GREENE, H.G.; BIZZARRO, J.J.; O'CONNELL, V.M.; BRYLINSKY, C.K. Construction of digital potential marine benthic *habitat* maps using a coded classification scheme and its application. In **Mapping the Seafloor for Habitat Characterization**, pp. 141–155. Ed. by B. J. Todd, and H. G. Greene. Geological Association of Canada, St John's, Newfoundland, Canada. 2007.
- JOLY, C.A; HADDAD, C. F. B; VERDADE, L. M; OLIVEIRA, M. C; BOLZANI, V. S; BERLINCK, R. G. S. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, v.89, p.114-133. mar.-maio 2011.
- KENDALL, M.S.; JENSEN, O.P.; ALEXANDER, C.; FIELD, D.; MCFALL, G.; BOHNE, R.; MONACO, M.E. Benthic Mapping Using Sonar, Video Transects, and an Innovative Approach to Accuracy Assessment: A Characterization of Bottom Features in the Georgia Bight. **Journal of Coastal Research**, 21 (6): 1154–1165.2005.
- KENNY, A.J.; CATO, I.; DESPREZ, M.; FADER, G.; SCHÜTTENHELM, R.T.E.; SIDE, J. An overview of seabed-mapping technologies in the context of marine *habitat* classification. **Journal of Marine Science**, 60: 411–418.2003.
- KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N. Rocas (Southwestern Equatorial Atlantic, Brazil): An atoll built primarily by coralline algae. Proc. **8th International Coral Reef Symposium**, pp. 731–736.1997.
- KING, C.A.M. 1963. Some problems concerning marine planation and formation of erosion surface. **Trans. Pap. Inst. Brit.Geogr.**, 1963, p.29-43. 1963.
- LACERDA, L.D.; MARINS, R.V. Geoquímica de sedimentos e o monitoramento de metais na plataforma continental nordeste oriental do Brasil. **Geochemica Brasiliensis**, 20(1)120-132. 2006.
- LANA, P.C. O valor da biodiversidade e o impasse taxonômico: a diversidade marinha como estudo de caso. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.8, p.97-104. jul.-dez. 2003.
- LEÃO, Z.M.A.N.; DOMINGUEZ, J.M.L. Tropical coast of Brazil. Marine **Pollutio Bulletin**, Vol. 41, Nos.1-6,pp. 112-122.2000.
- LONGO, L.L.; AMADO-FILHO, G.M. Knowledge of Brazilian benthic marine fauna throughout time. **Hist Ciênc Saúde Manguinhos**. 2014;21:995–1010. doi:10.1590/S0104-59702014000300011. 2014.
- LOURENÇO, S.O.; MARQUES JUNIOR, A.N. Produção primária marinha. In: PEREIRA, R.C., SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 282p. 2002.
- LOVE, M.S.; SCHROEDER, D.M.; LENARZ, B.; COCHRANE, G.R. Gimme shelter: The importance of crevices to some fish species inhabiting a deeper-water rocky outcrop in Southern California. Calif. Coop. Ocean. Fish. **Investig. Rep.** 47:119-126. 2006.
- MAHIQUES, M.M.; SOUSA, S.H.M.; FURTADO, V.V.; TESSLER, M.G.; TOLEDO, F.A.L.; BURONE, L.; FIGUEIRA, R.C.L.; KLEIN, D.A.; MARTINS, C.C.; ALVES, D.V.P. The Southern Brazilian shelf: general characteristics, sediment distribution and Quaternary evolution. **Brazilian Journal of Oceanography** (Impresso), v. 58, p. 25-34, 2010.
- MAIOLI, D.G. **Composição e abundância da meiofauna bentônica de rodolitos e sedimentos depositados nos recifes de corações lateríticas de Santa Cruz, Aracruz-ES**. Vitória. Monografia

(Bacharelado em Oceanografia e Ecologia), Universidade Federal do Espírito Santo. 43p, 2009.

MARCOVECCHIO, J.E. **Overview on land-based sources and activities affecting the marine, coastal and associated freshwater environment in the Upper Southwest Atlantic Ocean. UNEP Regional Seas Reports and Studies N° 170**, UNEP/GPA coordination Office, The Hague, 78 p. 2000.

MARINS, R.V.; PAULA FILHO, F.J.; LACERDA, L.D.; RODRIGUES, S.R.; MARQUES, W.S. Distribuição de mercúrio total como indicador de poluição urbana e industrial na costa brasileira. **Química Nova** 27: (5): 763-770. 2004.

MCCLANAHAN, T.; POLUNIN, N.; DONE, T. Ecological States and the Resilience of Coral Reefs. **Conservation Ecology**. 6(2): 18, 2002.

MILLIMAN, J.D.; AMARAL, C.A.B. Economic potential of Brazilian continental margin sediments. Soc. Brasil. Geol., **Anais**. XXVIII Congr., Porto Alegre, RS, 3: 335-- 344. 1974.

MONTEIRO, L.H.U.; COLARES, M.C.S.; FARIAS, E.G.G.; MAIA, L.P. Técnicas de Mapeamento com ROV e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Plataforma Continental do Município de Aquiraz, Iguape - Ceará, Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia, Fortaleza. III Congresso Brasileiro de Oceanografia e I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia**, 2008.

MOURA, R.L.; SECCHIN, N.A.; AMADO-FILHO, G.M.; FRANCINI-FILHO, R.B.; THOMPSON, F.L.; SUMIDA, P.Y.; GUTH, A.Z.; BASTOS, A.C.; MINTE-VERA, C.V.; DUTRA, G.F.; LOPES, R.M.; FREITAS, M.O. Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. **Cont. Shelf Res.**, v. 70, p. 109-117, 2013.

NAVARRA, C.T.; FURTADO, V.V.; EICHLER, B.B.; PRADO, O.R. Distribuição da matéria orgânica nos sedimentos marinhos costeiros e nos solos hidromórficos da orla litorânea do Estado de São Paulo. **Bol. Inst. oceanogr.**, S Paulo, 29(2):267-270.1980.

NETO, B.A.J.; PONZI, A.B.V.; SICHEL, E.S. 2004. (Org). **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência. p. 175 - 218; 2004.

NEVES, S.B. **Estrutura da fauna bentônica de rodolitos e sedimento depositados nos recifes lateríticos na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas, Aracruz-ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo. 77 f. : il. 2015.

NITTROUER, C.A.; WRIGHT, L.D. Transport of particles across continental shelves, **Review of Geophysics** 32, 85-113.1994.

NOGUEIRA, M.L.S.; BASTOS, A.C.; QUARESMA, V.S.; VERONEZE, A.S.; COUTO, G.J. 2018. Canais e Paleocanais na Plataforma Continental Central do Espírito Santo. **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª Edição, p. 144-145. 2018.

NORDBERG, G.F.; FOWLER, B.A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. **Handbook on the Toxicology of Metals**. P. 975, 2007.

NYSTRÖM, M.; FOLKE, C.; MOBERG, F. Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. **Tree**. 15 (10): 413 - 417, 2000.

PASCELLI, C.; RIUL, P.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; SCHERNER, F.; NUNES, M.; HALL-SPENCER, J.M.; HORTA, P. 2013. Seasonal and depth-driven changes in rhodolith bed structure and associated macroalgae off Arvoredo island (southeastern Brazil). **Aquatic Botany**, 111, 62-65. 2013.

- PAIVA, P.C. Anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do Estado de São Paulo: I e Padrões de densidade e diversidade específica. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, São Paulo 41 (1/2), 69-80. 1993.
- PEREIRA-FILHO, G.H.; AMADO-FILHO, G.M.; GUIMARÃES, S.M.P.B.; MOURA, R.L.; SUMIDA, P.Y.G.; ABRANTES, D.P.; BAHIA, R.G.; GÜTH, A.Z.; JORGE, R.R.; FRANCINI-FILHO, R.R. "Reef fish and benthic assemblages of the Trindade and Martin Vaz Island group, southwestern Atlantic". **Brazilian Journal of Oceanography**, 59(3): 201–212. 2011.
- PITCHER, C.R.; ELLIS, N.; JENNINGS, S.; HIDDINK, J.G.; MAZOR, T.; KAISER, M. J.; ... SUURONEN, P. Estimating the sustainability of towed fishing-gear impacts on seabed *habitats*: A simple quantitative risk assessment method applicable to data-poor fisheries. **Methods in Ecology and Evolution**, 8, 472–480. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12705>. 2016.
- PRATES, A.P. (Org.). **Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação**. 2 ed. Ampliada. Brasília: MMA, SBF. 2006.
- REITZ, A.; PFEIFER, K.; DE LANGE, G.J.; KLUMP, J. Biogenic barium and the detrital Ba/Al ratio: a comparison of their direct and indirect determination. **Marine Geology**, v. 204, p. 289–300, 2004.
- ROCHA, G.A.; BASTOS, A.C.; OLIVEIRA, N. Multibeam Backscatter Data as a Tool for Rhodolith Seabed Characterization. **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª Edição, p. 105-106. 2018.
- SÁ, F.; GRIPP, M.L.R.; NETO, R.R.; REZENDE, C.E. 2015. Metais Biodisponíveis e Totais, Fósforo e Enxofre nos Sedimentos Superficiais da Bacia do Espírito Santo e Porção Norte da Bacia de Campos. *In: Relatório Final do Projeto de Caracterização Ambiental Regional da Bacia do Espírito Santo e parte norte da Bacia de Campos (PCR-ES)*. Vol 1. PETROBRAS, Espírito Santo. Novembro de 2015.
- SCHEFFER, M.; CARPENTER, S.; FOLEY, J. A.; FOLKE, C.; WALKER, B. Catastrophic shifts in ecosystems. **Nature**. 413: 591 - 596, 2001.
- SECCHIN, N.A.; TEIXEIRA, J.B.; MARTINS, A.S.; PINHEIRO, H.T.; MOURA, R.L.; BASTOS, A.C. Traditional Ecological Knowledge and the mapping of benthic marine *habitats*. **Journal of Environmental Management**, v. 115, p. 241-250, 2013.
- SHERMAN, G.E.; SUTTON BLAZEK, R.; HOLL, S.; DASSAU, O.; MITCHELL, T.; MORELY, B.; LUTTMAN, L. 2007. **Quantum GIS (QGIS)**. 2.4 'Chugiak'. 207.
- SILVA, A.E.; QUARESMA, V.S.; BASTOS, A.C. Sedimentological sectorization of an estuarine system in a regressive coast, Southeast Brazil. **Journal of Sedimentary Research**, 83. P. 994-1003. 2013.
- SPALDING, M.D.; GREENFELL, A.M. New estimates of global and regional coral reef areas. **Coral Reefs** 16(4),225–230. 1997.
- SOLAN, M.; GERMANO, J.D.; RHOADS, D.C.; SMITH, C.; MICHAUD, E.; PARRY, D.; WENZHÖFER, F.; KENNEDY, B.; HENRIQUES, C.; BATTLE, E.; CAREY, D.; IOCCO, L.; VALENETE, R.; WATSON, J.; ROSENBERG, R. Towards a greater understanding of pattern, scale and process in marine benthic systems: a picture is worth a thousand worms. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 285/286, 313–338. 2003.
- STELLER, D.L.; RIOSMENA-RODRÍGUEZ, R.; FOSTER, M.S.; ROBERTS, C.A. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: The importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. **Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.** 13(S1): S5–S20. 2003.

STENECK, R.S.; DETHIER, M.N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. **Oikos** 69: 476-498. 1994.

TODD, B.J.; FADER, G.B.J.; COURTNEY, R.C.; PICKRILL, R.A. Quaternary geology and surficial sediment processes, Browns Bank, Scotian Shelf, based on multibeam bathymetry. **Marine Geology**. 162, 165-214. 1999.

VALADÃO, R.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.; SILVEIRA, J.S. Controle estrutural na deposição de turbiditos em bacias do tipo rifte. *In*: I Simpósio sobre Bacias Sedimentares Cretácias Brasileiras, Rio Claro - São Paulo. **Boletim de Resumos**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. v. 1. p. 26-27.

VIANNA, A.R.; FAUGÉRS, J.C.; KOWSSMAN, R.O.; LIMA, J.A.M.; CADDAH, L.F.G.; RIZZO, J.G. Hydrology, morphology, and sedimentology of the Campos continental margin offshore, Brazil. **Sedimentary Geology**. v. 115, p. 133-157. 1998.

VIEIRA, F.V.; BASTOS, A.C.; D'AGOSTINI, D.P.; BONI, G.C.; BINDA, G.; LEAL, C.A. Morfologia e Distribuição das Feições Fisiográficas ao Longo da Plataforma Continental Central do Espírito Santo. **Anais do I Simpósio de Geologia e Geofísica Marinha (SBGGM)**. Rio de Janeiro, 05 a 09 de novembro de 2018. Panorama Atual e Perspectiva da Geologia e Geofísica Marinha do Brasil. ISBN 978-65-80022-00-7. 1ª Edição, p. 152-153. 2018.

VILLAÇA, R. Recifes Biológicos. *In*: PEREIRA, R.C.; SOARES GOMES (Org.) **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 2002.

WANG, F.Y.; CHEN, J.S. Relation of sediment characteristics to trace metal concentrations: a statistical study. **Water Research**, 34:694-698. 2000.

WÖLFL A.-C.; LIM C.H.; HASS H.C.; LINDHORST S.; TOSONOTTO G.; LETTMANN K.; KUHN G.; WOLFF J.O.; ABELE D. Distribution and characteristics of marine *habitats* in a subpolar bay based on hydroacoustics and bed shear stress estimations (Potter Cove, King George Island, Antarctica). **Geo-Marine Letters**, doi:10.1007/s00367-014-0375-1. 2014.

WOODIN, S.A. Disturbance and community structure in a shallow water sand flat. **Ecology** 62, 1052-1066. 1981.

CARACTERIZAÇÃO DAS ALGAS LAMINÁRIAS E OUTROS ELEMENTOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS – LEVANTAMENTO DE IMAGENS COM ROV

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Luiz Fernando Loureiro Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9962754750741990>

Alan Marques Ribeiro

Centro de Tecnologia em Aqüicultura e Meio Ambiente
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9906102249405122>

Francisco Hiran Farias Costa

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/1893932553484268>

Francisco Gleidson da Costa Gastão

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/4638493810134754>

Luiz Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

RESUMO: A aplicação do ROV (*Remotely Operated Vehicle*) é uma metodologia bastante empregada na identificação e quantificação de espécies marinhas, uma vez que fornece

resultados bastante satisfatórios em uma escala maior de espaço na área estudada, em razão da autonomia de tempo submerso do equipamento durante a observação do fundo marinho, além do alcance de maiores profundidades. O presente estudo mostra a identificação feita por ROV das algas *Laminaria abyssalis* e outros elementos bióticos e abióticos existentes na Unidade de Conservação APA Costa das Algas, além das análises quali-quantitativas dos organismos detectados. Para tanto, foi estabelecida uma malha amostral de 220 pontos para as filmagens, com espaçamento entre os pontos em milha náutica x milha náutica, desde a isóbata de -40 metros até a isóbata de -100 metros. As algas laminárias ocorrem em 52% da área varrida, entre as isóbatas de -40 e -130 metros, próximo à quebra da plataforma continental. Cerca de 60% da ocorrência registrada se encontra entre as isóbatas de -50 e -60 metros. Já as outras algas, entre vermelhas, verdes e pardas, estão concentradas entre as isóbatas de -50 e -60 metros. A ictiofauna esteve em todo o intervalo de profundidade dos pontos registrados. Foram encontradas cerca de 30 espécies distintas de peixes habitando entre os variados substratos. Os outros animais da fauna marinha identificados pertencem aos filos *Molusca*, *Arthropoda* (crustáceos), *Cnidaria*, *Echinodermata* e *Porifera*, além do filo *Chordata*. Também foi detectado pelo ROV um exemplar de baleia jubarte e outros animais de hábito demersal. O levantamento dos aspectos bióticos e abióticos da área correspondente à APA Costa das Algas feito pelo ROV revelou rica diversidade de organismos da flora e da fauna marinhas, desde a profundidade de 40 metros até as proximidades da quebra da plataforma continental na profundidade de 130 metros.

PALAVRAS-CHAVE: ROV, APA Costa das Algas,

CHARACTERIZATION OF LAMINARY SEAWEED AND OTHER BIOTIC AND ABIOTIC ELEMENTS - IMAGE SURVEY WITH ROV

ABSTRACT: The application of ROV (Remotely Operated Vehicle) is a methodology widely used in the identification and quantification of marine species, since it provides quite satisfactory results on a larger scale of space in the studied area, due to the submerged time autonomy of the equipment during the observation of the seabed, in addition to reaching greater depths. The present study shows the ROV identification of *Laminaria abyssalis* algae and other biotic and abiotic elements in the Conservation Units Costa das Algas EPA, in addition to the qualitative and quantitative analyzes of the detected organisms. For this purpose, a sampling mesh of 220 points was established for filming, with spacing between points in nautical mile x nautical mile, from the -40 meter isobath to the -100 meter isobath. Laminar algae occur in 52% of the swept area, between isobates of -40 and -130 meters, close to the breaking of the continental shelf. Approximately 60% of the recorded occurrence is between isobates of -50 and -60 meters. The other algae, between red, green and brown, are concentrated between isobates of -50 and -60 meters. The ichthyofauna was in the entire depth range of the recorded points. About 30 different species of fish were found living among the various substrates. The other marine fauna animals identified belong to the phylum *Molusca*, *Arthropoda* (crustaceans), *Cnidaria*, *Echinodermata* and *Porifera*, in addition to the phylum *Chordata*. An example of humpback whales and other demersal animals was also detected by the ROV. The survey of the biotic and abiotic aspects of the area corresponding to the APA Costa das Algas carried out by ROV revealed a rich diversity of organisms of marine flora and fauna, from the depth of 40 meters to the proximity of the break of the continental shelf at a depth of 130 meters.

KEYWORDS: ROV, Costa das Algas EPA, *Laminaria abyssalis*, ichthyofauna.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização do Veículo de Operação Remota ou ROV (*Remotely Operated Vehicle*) é uma metodologia bastante empregada em mapeamento e distribuição de *habitats* marinhos, bem como na identificação e quantificação de espécies marinhas destes *habitats*, uma vez que fornece resultados bastante satisfatórios em uma escala maior de espaço na área estudada. Isso ocorre em razão da autonomia de tempo submerso do equipamento durante a observação do fundo marinho, além do alcance de maiores profundidades, o que não é possível na atividade de mergulho científico. Além disso, a análise com ROV é passível de abranger um escopo multidisciplinar, onde em única filmagem serão contemplados aspectos bióticos e abióticos de uma mesma área, auxiliando profissionais das diversas áreas das Ciências Marinhas, como o biólogo e geólogo, por exemplo.

Vários são os trabalhos que ressaltam as potencialidades dos recursos naturais da plataforma continental de maneira circunstancial mas que possuem excelentes níveis de abrangências geral e espacial da área coberta pelo estudo (KEMP, 1970; MARTINS *et al.*, 1972; COUTINHO, 1995; DIAS, 2000; PASCELLI *et al.*, 2013). Os estudos auxiliados pelas tecnologias da robótica, como no caso da utilização dos ROV's, juntamente com as amostragens pontuais de elementos abióticos (MONTEIRO *et al.*, 2008) e bióticos (BRODEUR, 2001; PARRY *et al.*, 2003; STEIN *et al.*, 2005; SWARD *et al.*, 2019), se tornam mais precisos pela expansão automatizada da análise espacial do fundo marinho,

garantindo o reconhecimento de áreas, formatos e limites não possíveis de ser mapeados pela metodologia da amostragem apenas circunstancial.

Outro ponto importante no uso do ROV em análises da biota e do fundo marinho é a capacidade metodológica de observação, sem que haja contato físico com o objeto. Isso garante a integridade dos elementos bióticos e abióticos observados, sem que ocorra degradação, o que dificilmente não sucede com outros métodos de investigação direta, como o uso de dragas ou redes de arrasto.

E quando se trata de análises em Unidades de Conservação (UCs), como é o caso das áreas do estudo relatoriado agora, o RVS de Santa Cruz e APA Costa das Algas (Figura 1), essa vantagem metodológica, de garantir a integridade física de organismos marinhos e do substrato no momento da aquisição da filmagem, é bastante importante.

2 | METODOLOGIA

2.1 Malha Amostral

A malha amostral foi elaborada para contemplar o registro das algas bentônicas laminárias, em filmagens com o ROV, não registradas em campanhas pretéritas deste Projeto.

Outros estudos sobre as referidas algas na costa do Brasil, como o de Quége (1988), serviram como norteadores na escolha da malha amostral do presente levantamento, uma vez que a maior ocorrência das espécies se dá entre as isóbatas de -20 e -100 metros. Deste modo, a área escolhida para o imageamento com ROV possui malha regular de espaçamento milha náutica x milha náutica (aproximadamente 1,8km) entre os 220 pontos situados desde a isóbata de -40 metros até a isóbata de -100 metros (Figura 1). Vale ressaltar, portanto, que a malha está situada apenas na UC APA Costa das Algas.

O imageamento com ROV ocorreu a bordo da embarcação *Abaeté* (Figura 2) de 17 a 30 de julho de 2020 (Figura 3). Para tanto, foi utilizado o modelo BlueROV2 da BlueRobotics (Figura 4A), equipamento que possui uma câmera de vídeo com capacidade de filmagem em HD e campo de visão de 110 graus na horizontal. O sistema é composto ainda por um cabo de 300 metros de comprimento, permitindo o equipamento alcançar profundidade de até 100 metros sem o tensionamento do cabo.

A aquisição das imagens pelo ROV, comandada na cabine da embarcação (Figura 4B), em cada estação de coleta foi de aproximadamente 15 minutos, totalizando cerca de 55 horas de filmagem. No momento das filmagens, foram feitas anotações em planilha de campo de alguns aspectos bióticos e abióticos do fundo marinho (Figura 4B).

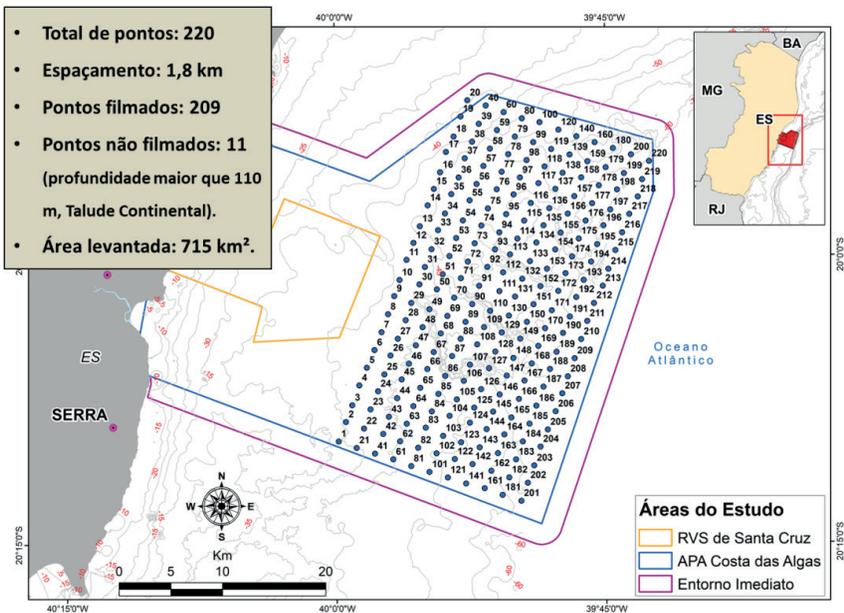


Figura 1 – Mapa de localização da malha amostral dos pontos de imageamento com ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 2 – Embarcação utilizada na aquisição das imagens com ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

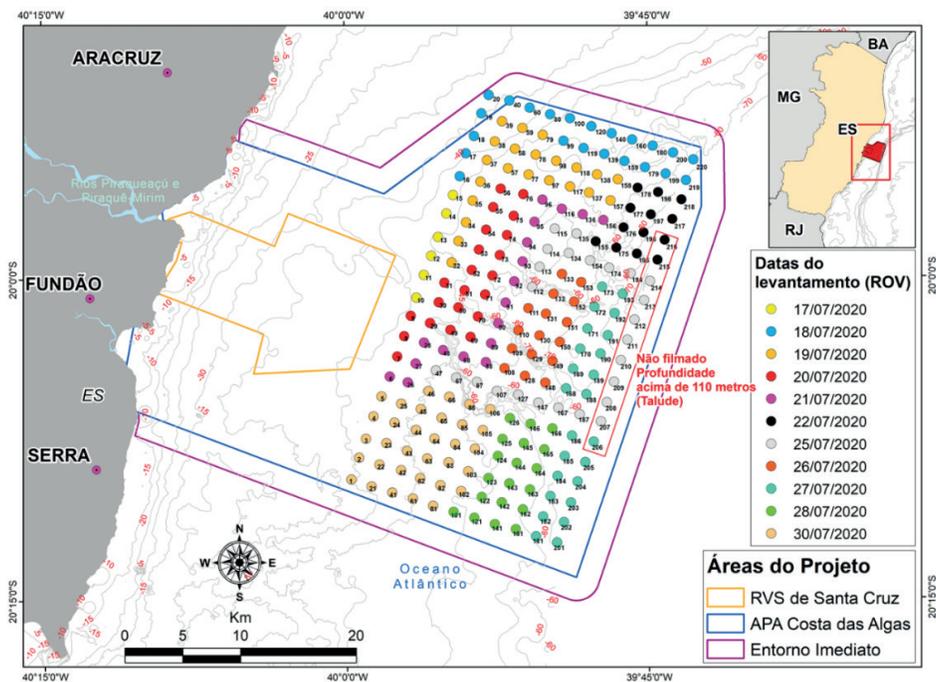


Figura 3 – Dados do levantamento com o ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 4 – A) Preparação para lançamento do ROV; B) Cabine de comando do ROV e anotações em planilha de campo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Análise Quali-Quantitativa das Algas Bentônicas Laminárias

A análise das algas bentônicas laminárias nas imagens adquiridas pelo ROV,

principal objetivo do presente estudo, foi feita sob a óptica dos aspectos qualitativos e quantitativos.

A análise qualitativa foi feita com suporte na observação direta dos vídeos em modo dinâmico (vídeo em movimento) quando foram identificadas as algas laminárias em cada ponto da malha amostral, gerando um mapa de ocorrência (Sim ou Não) das algas. Ainda sob o aspecto da análise qualitativa, foi feita a medição estimada do tamanho das folhas das algas, utilizando o *software* ImageJ® (Rasband, 2009). Como referência de escala para a medição do tamanho das folhas, foi utilizado o tamanho médio dos rodolitos (aproximadamente oito centímetros) nos quadros estáticos (frames) extraídos da filmagem.

Já a análise quantitativa foi feita nos quadros (frames) e teve como foco a estimativa de cobertura das algas laminárias no entorno do ponto amostrado, baseada na metodologia de Curbelo-Fernandez *et al.* (2017), que estimaram a cobertura de rodolitos por área amostral. A classificação, portanto, é baseada na presença dos indivíduos na imagem em Alta (acima de 2/3 do campo visual da imagem), Média (aproximadamente 50% de cobertura) e Baixa (abaixo de 1/3 do campo visual).

2.3 Análise Quali-quantitativa dos Outros Aspectos Bióticos e Abióticos

Os outros aspectos bióticos e abióticos, como as outras espécies de algas bentônicas, ictiofauna, e outros organismos como moluscos e crustáceos, por exemplo, bem como o tipo de substrato (fácies sedimentar) e rodolitos foram estimados nas imagens estáticas (frames) e dinâmicas do ROV.

As outras espécies de algas bentônicas foram analisadas qualitativamente, gerando um mapa de distribuição, bem como para a fauna bentônica e ictiofauna. Já o tipo de substrato foi classificado visualmente, permitindo melhorar o mapa de fácies sedimentar gerado em campanhas anteriores do projeto. A ocorrência de rodolitos também foi feita visualmente, gerando um mapa de ocorrência (Sim ou Não). Já a distribuição/abundância estimada de rodolitos na área do levantamento foi procedida com base na relação de indivíduos por metro quadrado, considerando a área de cobertura da tela de filmagem do ROV de aproximadamente um metro quadrado (75 x 132cm).

Foram também registradas, desde a visualização das imagens em modos dinâmico e estático, as marcas de fundo no substrato.

2.4 Abióticos Análise Quantitativa da Hidrodinâmica (ondas e correntes)

A análise quantitativa da hidrodinâmica (ondas e correntes) foi feita a partir das imagens do ROV em modo dinâmico. A corrente foi estimada com base no deslocamento das partículas em suspensão pelo tempo na filmagem (cm/s). Já o período de onda foi estimado pelo movimento em ziguezague dos objetos, um movimento completo de ida e volta no tempo representa o período em segundos.

2.5 Organização dos Dados do ROV e Geração de Mapas

Todos os dados das análises quali-quantitativas dos elementos bióticos e abióticos adquiridos nas imagens adquiridas pelo ROV foram organizados em planilha eletrônica, e associados aos pares de coordenadas da malha amostral para serem trabalhados em

ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) e geração dos mapas de distribuição de valores qualitativos e quantitativos.

Todos os mapas foram feitos sob o *Datum* horizontal SIRGAS 2000 no *software* ArcGis ArcMap 9.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Flora Marinha – Algas Bentônicas (*Laminaria abyssalis* e outras algas)

Segundo Bartsch *et al.* (2008) o gênero *Laminaria* possui elevado número de espécies e considerável biomassa, e seu significado econômico tem impulsionado várias pesquisas desde os anos de 1970. Marins (2009) menciona que o gênero é um dos mais importantes da ordem *Laminariales*, além de ocorrerem na zona infralitoral e mesolitoral de costões rochoso e ecossistemas temperados, principalmente no Hemisfério Norte.

Os primeiros registros de algas do gênero *Laminaria* no Estado do Espírito Santo foram relatados por Oliveira Filho (1976). O autor, ao expor os resultados de sua pesquisa em profundidade da região deltaica do Rio Doce, informou que a ocorrência da alga *Laminaria brasilienses* se deu na profundidade de 73 m, onde foi constatado um ativo crescimento da espécie. O autor também ressaltou a ocorrência de fragmentos da mesma espécie de alga na profundidade de 267 m.

Oliveira & Quége (1978) descreveram a ocorrência de duas espécies de *Laminaria*, relatadas no sudoeste do Atlântico, a *Laminaria brasilienses*, marcadas pela divisão de fendas nas lâminas, e a *Laminaria abyssalis*, com lâminas simples, ambas restritas entre a região do Rio de Janeiro e Espírito Santo, entre as profundidades de 40 e 100 metros.

Quége (1988) *apud* Marins (2009) realizou estudo a fim de esclarecer sobre a distribuição dos bancos de laminárias no Brasil e da variabilidade de exploração desses bancos, estimação da massa disponível das espécies. A autora coletou exemplares de *L. abyssalis* e *L. brasiliensis* entre as coordenadas 22°42'S e 19°30'S entre as profundidades de 20 e 105 metros. Marins (2009) ressalta, porém, que as coletas de Quége (1988), feitas por dragagem, impossibilita a garantia de que esses indivíduos não estavam soltos no fundo, e de que a biometria realizada seja confiável, uma vez que parte do material dragado pôde ser solto durante a coleta.

O programa REVIZEE, que visou a levantar os recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva, avançou significativamente sobre o conhecimento das macroalgas da plataforma continental do Brasil, entre os Estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Nestas áreas, foram encontradas diversas espécies de interesse econômico, como é o caso de *Laminaria abyssalis*, que possui importância farmacológica em razão da sua atividade antiviral (YONESHIGUE-VALENTIN *et al.*, 2006).

Oliveira *et al.* (2002) ressaltam que a região costeira do Espírito Santo até a região norte de Búzios, no Rio de Janeiro, reúne peculiaridades distintas no que diz respeito à ocorrência de algas bentônicas. Bancos de algas pardas de grandes dimensões (*kelps*) abrigam duas espécies endêmicas do gênero *Laminaria* nesta região. Ainda, segundo Oliveira & Quége (1978), este banco tem importância econômica, uma vez que estas algas

são utilizadas como alimento (kombu) ou fonte de alginatos, e está limitado a uma faixa entre 40 e 120 m de profundidade.

No ano de 2009, foi realizado um levantamento com ROV do fundo marinho na localidade do Gasoduto Norte-Sul Capixaba. Na ocasião, foram registradas imagens das laminárias entre as isóbatas de -60 e -100 metros na Área de Proteção APA Costa das Algas (Figura 5), enfatizando a preferência destas algas em habitar certos limites de profundidades.

Embora Oliveira & Quége (1978) descrevam a existências de duas espécies do gênero *Laminaria* no sudoeste do Atlântico, a *Laminaria brasilienses* e a *Laminaria abyssalis*, o estudo de Marins *et al.* (2012) aponta para uma sobreposição de características taxonômicas entre as espécies, como a forma da base da lâmina e dimensões da lâmina, que indicam pertencerem a uma mesma espécie de laminária. Os autores ressaltam que a variação morfológica observada nos esporófitos sugere que as duas espécies, na verdade, correspondem a um gradiente de variação de formas de apenas uma espécie, a *L. abyssalis*.

Neste levantamento, as algas laminárias ocorrem em 52% da área varrida pelo ROV (Figura 5). A ocorrência se deu entre as isóbatas de -40 e -130 metros, próximo à quebra da plataforma continental, corroborando o relatado pela maioria dos trabalhos retrocitados. Cerca de 60% da ocorrência registrada pelo ROV se encontra entre as isóbatas de -50 e -60 metros, 15% entre as isóbatas de -40 e -50 metros e 15% entre as isóbatas de -60 e -70 metros (Figura 6). A ocorrência entre as isóbatas de -70 e -90 metros representa cerca de 3%, e as algas que ocorreram entre as isóbatas de -120 e -130 metros representam menos de 1% do total registrado.

A ocorrência de laminárias no ponto 170 da malha amostral do presente levantamento é a mais próxima do registrado no levantamento “Gasoduto Norte-Sul Capixaba” do ano de 2009 (Figura 5).

A cobertura estimada das algas laminárias em cada ponto amostrado, adquirida pela visualização da presença dos indivíduos nas imagens do ROV, mostrou que a maior parte da área levantada, cerca de 90%, apresentou Baixa cobertura pontual (Figura 7) com indivíduos ocorrendo isoladamente (Figura 8), ou juntos associados as algas coralinas rodolitos e *lithothamnium* em isóbatas abaixo de -50 metros (Figura 9).

A variação da cobertura de algas laminárias por ponto amostrado pelo ROV não apresentou relação direta com a variação de tamanho. Algas com lâminas de 15 cm a quase um metro ocorrem tanto em pontos com menor cobertura, quanto em pontos com maior cobertura.

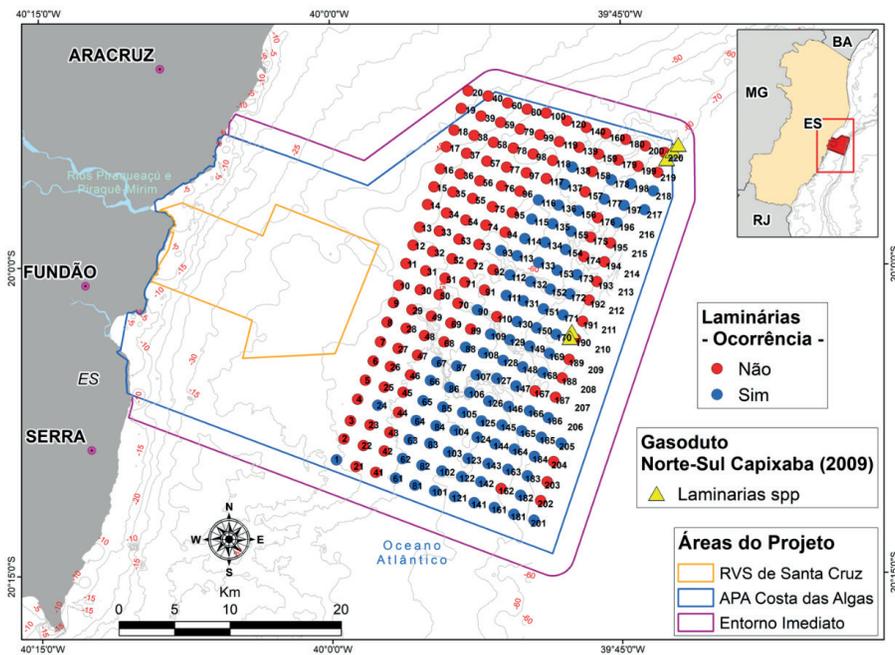


Figura 5 – Mapa de ocorrência de *L. abyssalis* na malha amostral do ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

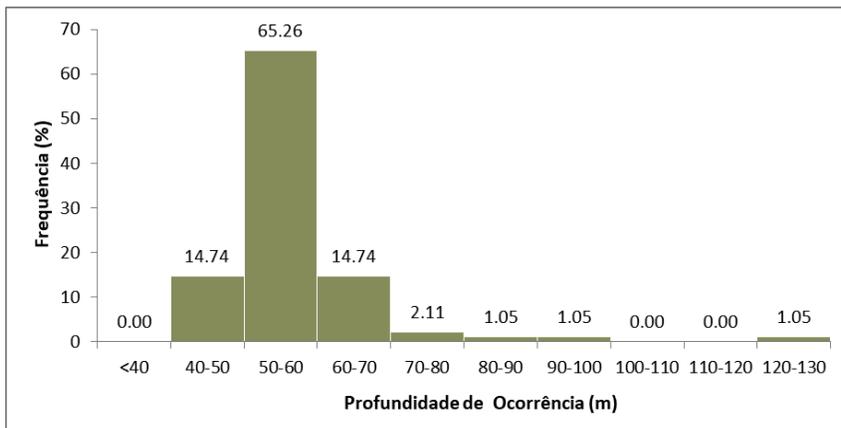


Figura 6 – Frequência entre as profundidades de ocorrência *L. abyssalis* na área varrida pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

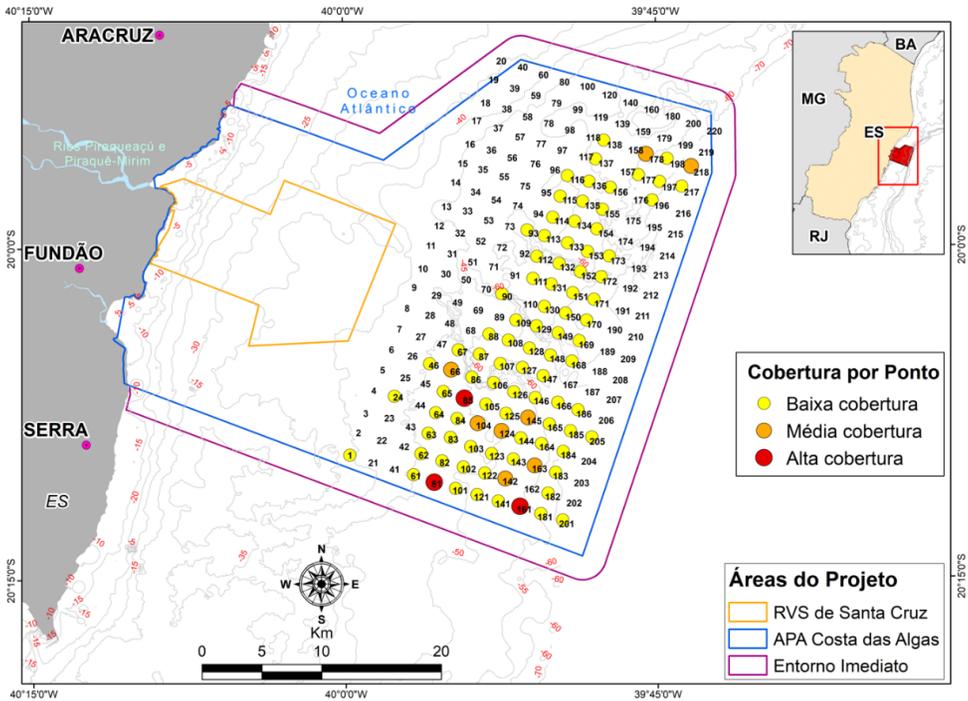


Figura 7 – Cobertura da ocorrência pontual da *L. abyssalis* na área varrida pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já o tipo de fundo mostrou ser um fator regulador na preferência de ocorrência e tamanho das algas. O fundo arenoso, representado pelo fácies Areia Litoclástica, é o único que não apresentou registro de laminárias, ao passo que os fundos arenocascalhosos registraram, geralmente em contato com o fácies rodolitos, algas variando de 20 a 50 cm no fácies Areia Biolitoclástica, com maior concentração entre as isóbatas de -40 e -50 metros, ocorrendo também na isóbata de -80 metros (Figuras 12 e 13); e no fácies Areia Bioclástica algas variando de 15 a 50 cm de lâmina, além de um ponto com algas variando de 40 a 110 cm, entre as isóbatas de -50 a -90 metros (Figuras 12 e 14). Já o fácies rodolitos registrou a maior quantidade de pontos com laminárias de tamanhos variados, desde 15 cm a aproximadamente um metro entre as isóbatas de -40 e -90 metros (Figuras 12 e 15), além da maior cobertura por ponto amostrado.

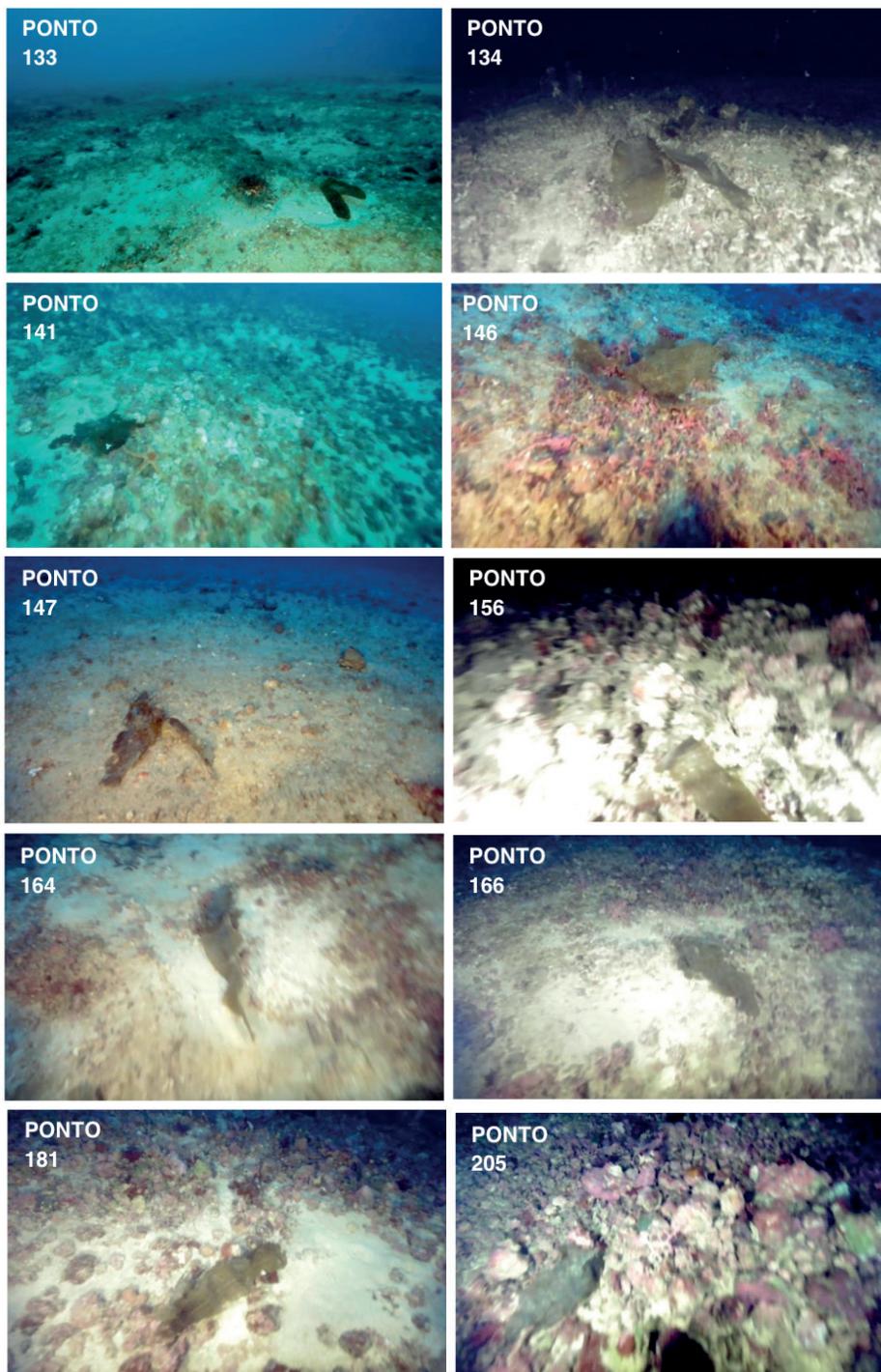


Figura 8 – Alguns dos indivíduos isolados de *L. abyssalis* em Baixa cobertura pontual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

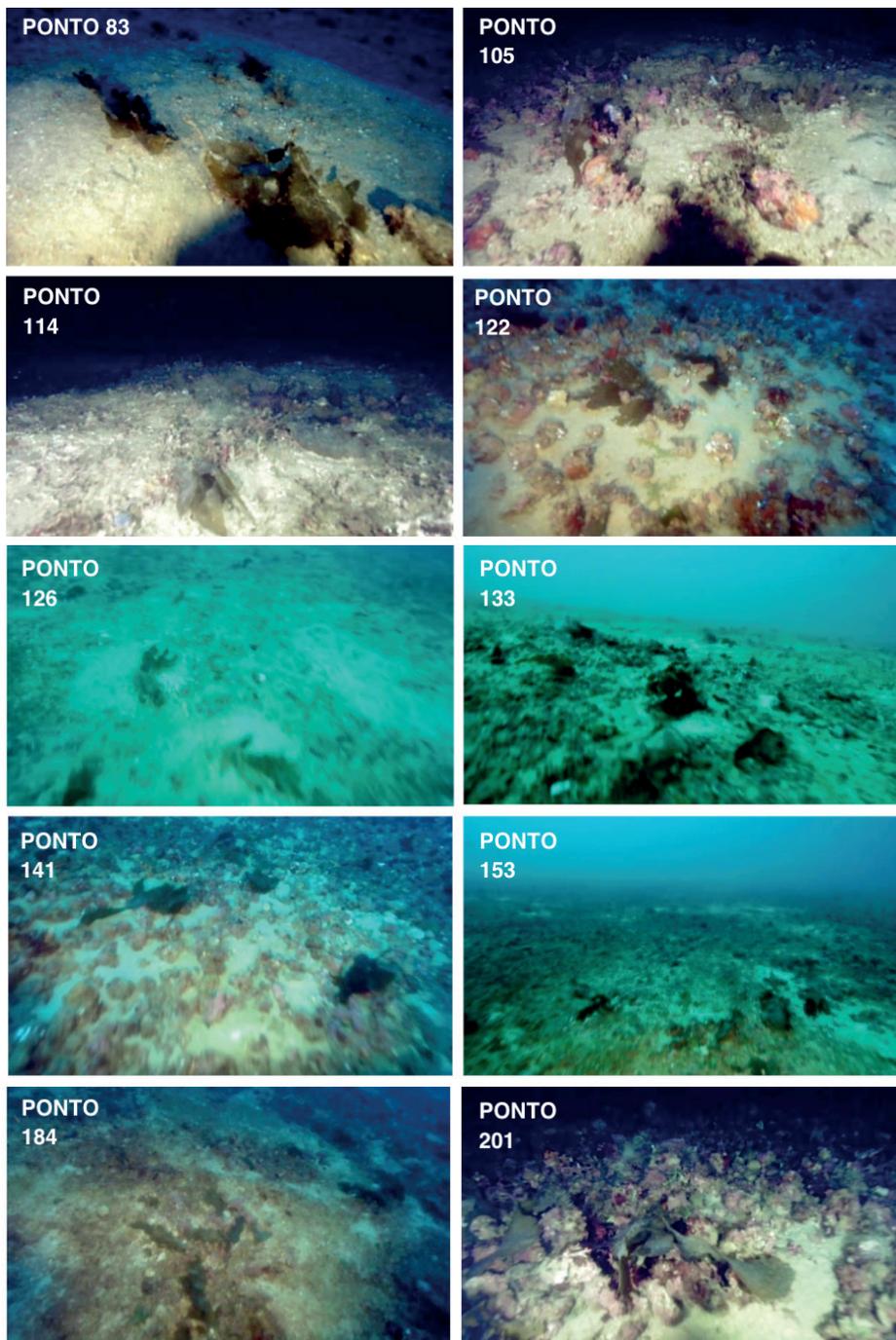


Figura 9 – Algas *L. abyssalis* que ocorreram em Baixa cobertura pontual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

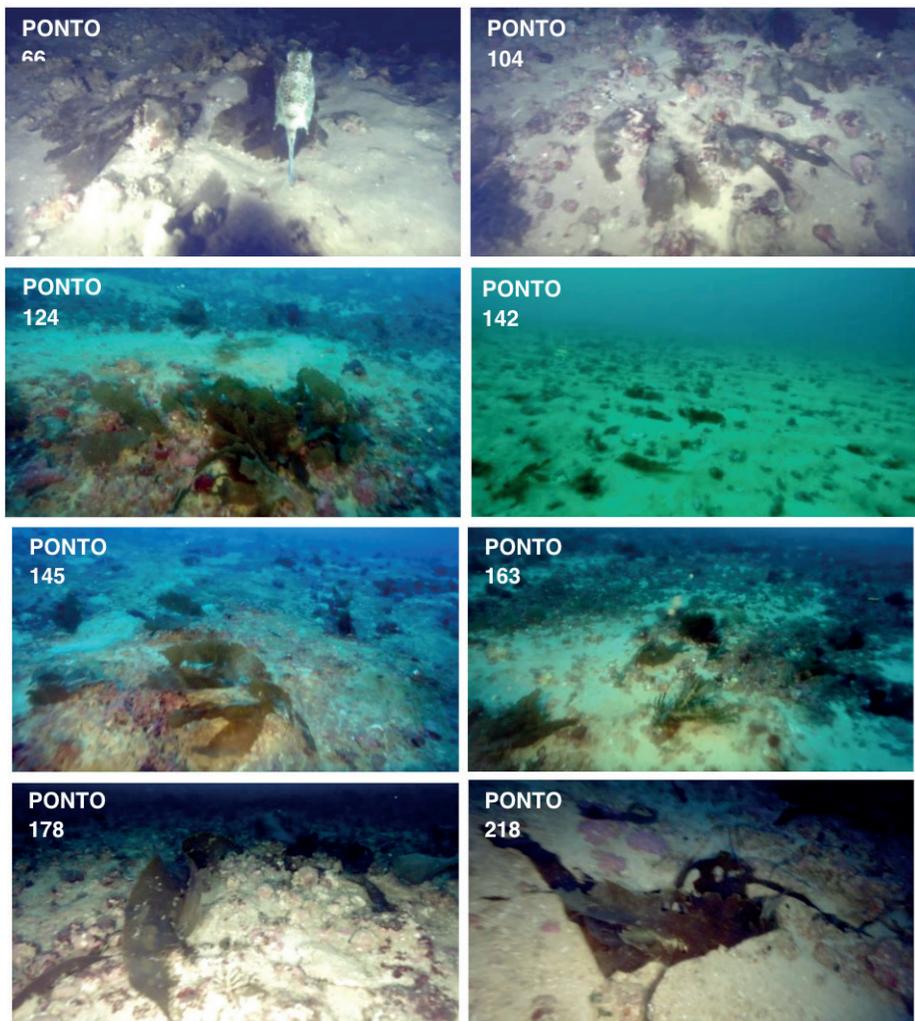


Figura 10 – Algas *L. abyssalis* que ocorreram em Média cobertura pontual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Marins *et al.* (2012), a alta maleabilidade morfológica da *Laminaria abyssalis* que se encontra na plataforma continental brasileira é resultado da mobilidade do substrato composto de rodolitos, que, em eventos de tempestade, rasgam as lâminas das algas, dando um aspecto de desgaste (Figura 16). No ensaio sob relatório, foram encontradas lâminas também desgastadas em algas inseridas em substrato arenocascalhoso dos fácies Areias Biolitoclástica e Bioclástica.

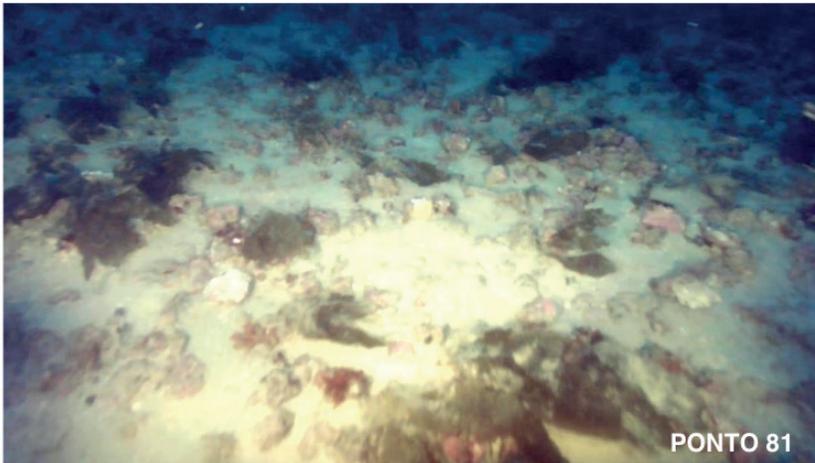


Figura 11 – Algas *L. abyssalis* que ocorrem em Alta cobertura pontual.

Fonte: Elaborado pelo autor.

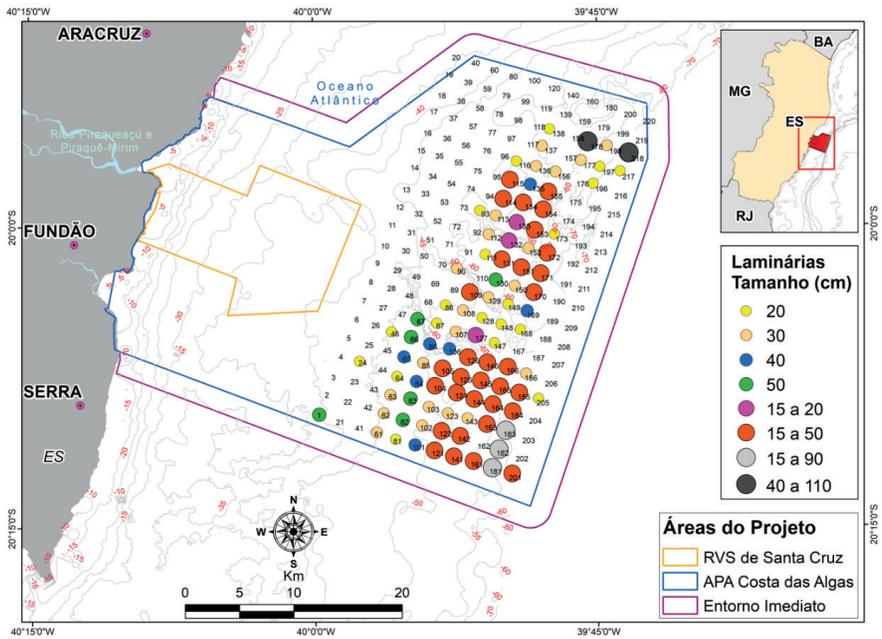


Figura 12 – Distribuição da variação de tamanho das lâminas das algas *L. abyssalis*.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 13 – Algas *L. abyssalis* no fácies Areia Biotoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

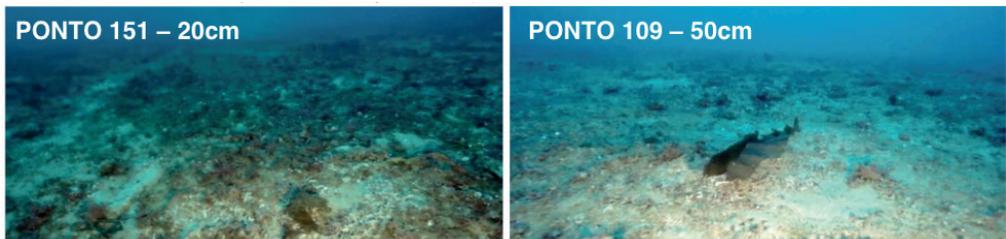


Figura 14 – Algas *L. abyssalis* no fácies Areia Bioclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 15 – Algas *L. abyssalis* no fácies Rodolitos.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 16 – Aspectos dos desgastes nas lâminas das algas *L. abyssalis*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O trabalho de Marins (2009) identificou outras algas marinhas bentônicas na Plataforma Continental do Estado do Espírito Santo, associadas a rodolitos e *Laminaria abyssalis*. A autora identificou 15 algas da classe rodófitas e duas da classe feófitas.

Neste trabalho, em cerca de 80% da área levantada pelo ROV (Figura 17), também foram encontradas outras algas bentônicas, como algas vermelhas (filo *Rhodophyta*), verdes (filo *Chlorophyta*) e pardas (filo *Phaeophyta*).

A distribuição destas algas entre a variação de profundidade tem o mesmo seguimento da distribuição da *L. abyssalis* (Figuras 18 e 19), com maior concentração, cerca de 50%, entre as isóbatas de -50 e -60 metros, mas ocorrem também entre as isóbatas de -40 e -50 metros (segundo intervalo de profundidade com maior ocorrência), as isóbatas de -60 e -70 metros, e -70 e -90 metros, além da menor ocorrência entre as isóbatas de -120 e 130 metros.

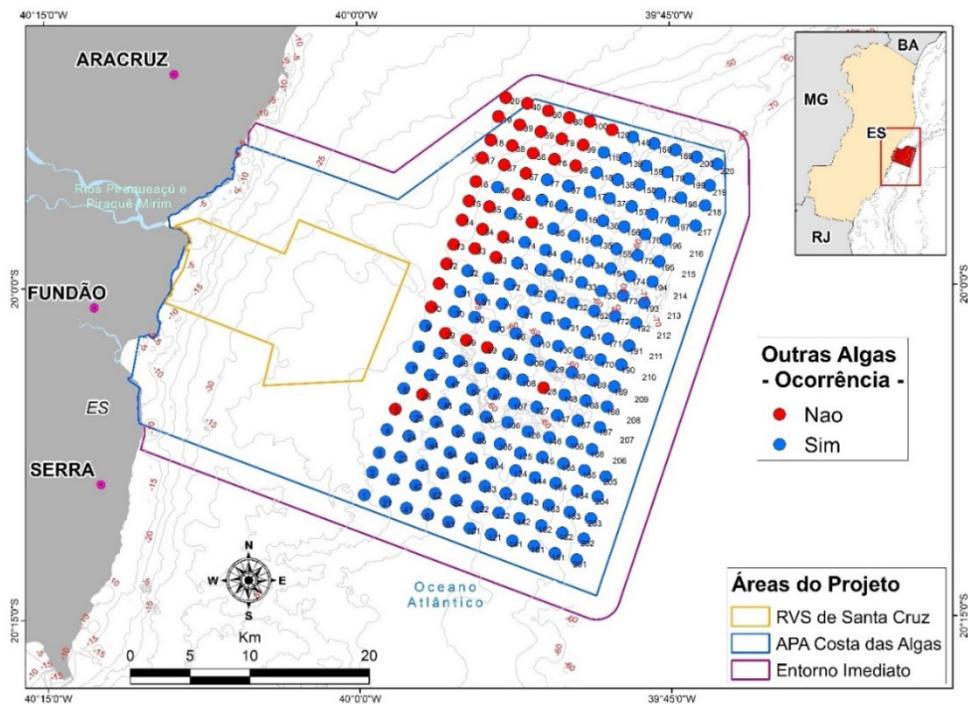


Figura 17 – Mapa de ocorrência de outras algas na malha amostral do ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

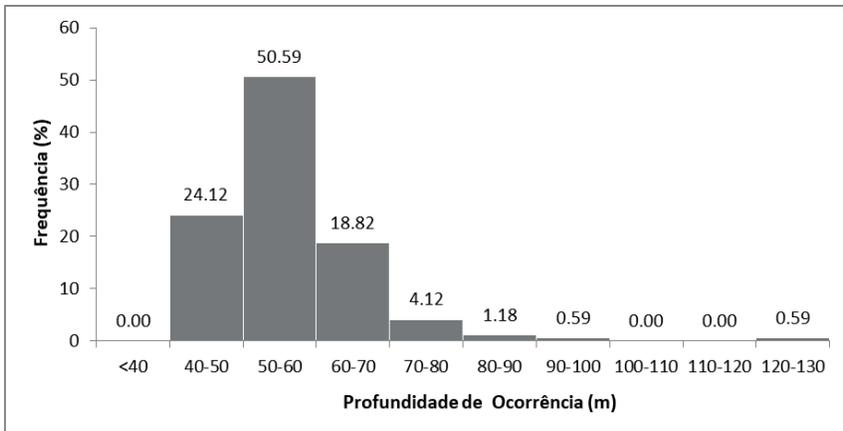


Figura 18 – Frequência entre as profundidades de ocorrência de outras algas na área varrida pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

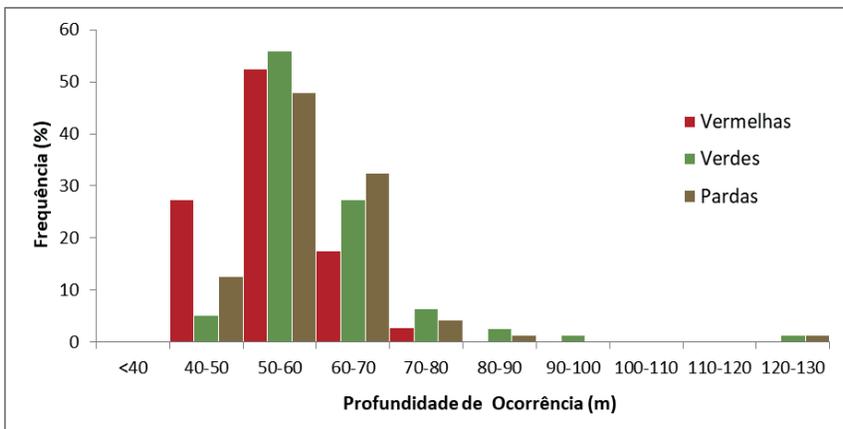


Figura 19 – Frequência entre as profundidades de ocorrência, por espécie, de outras algas na área varrida pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As algas vermelhas (rodófitas) são as mais abundantes dentre as outras algas que ocorrem na área da APA Costa Algas (Figura 20). A alga rodófitas, mais comum na área, tem as folhas com aspecto laminado e achatado de cor vermelho-rosa (Figura 21) como do gênero *Rhodymenia* (SILVA, 1952). Apresentam-se com tamanhos variados, desde alguns centímetros a dezenas de centímetros, muitas vezes associadas às algas *L. abyssalis*. As outras algas vermelhas (rodófitas) estão expostas na figura 22.

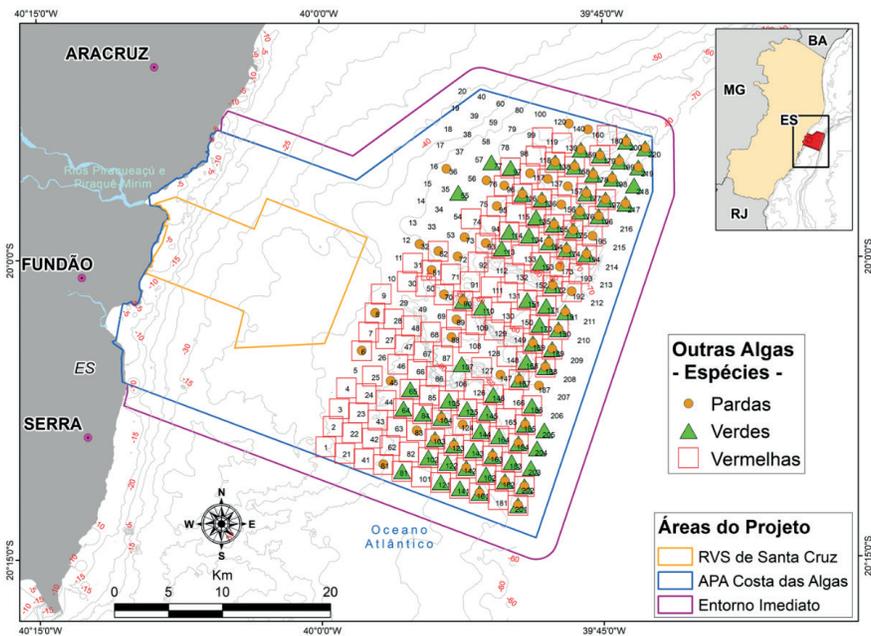


Figura 20 – Distribuição das ocorrências das outras espécies de algas na área varrida pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 21 – Aspectos das algas vermelhas (rodófitas) do gênero *Rhodymenia*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

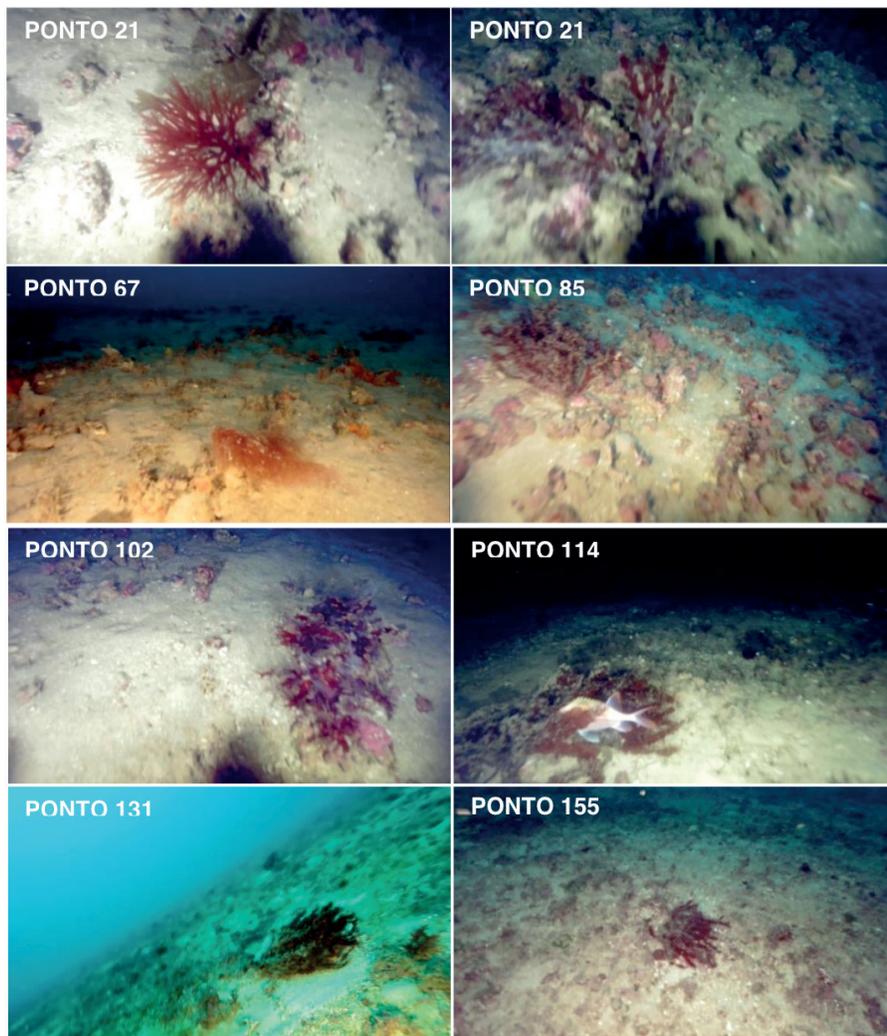


Figura 22 – Aspectos das outras algas vermelhas (rodofíceas).

Fonte: Elaborado pelo autor.

O *Lithothamnium*, como alga vermelha rodofíceia, também ocorre na área entre as profundidades de 50 e 90 metros (Figuras 23 e 24). Estão geralmente associadas às outras algas calcárias rodolitos, e compõem fragmentos biodetríticos dos fácies Areia Biolitoclástica e Bioclástica em bancos de *maerl* (Figura 25). Segundo Dias (2000) os bancos de *maerl* denotam uma profundidade ideal de desenvolvimento, na qual os talos aproveitam melhor a intensidade e qualidade da luz. Geralmente ocorrem entre as isóbatas de -8 e -60 metros.

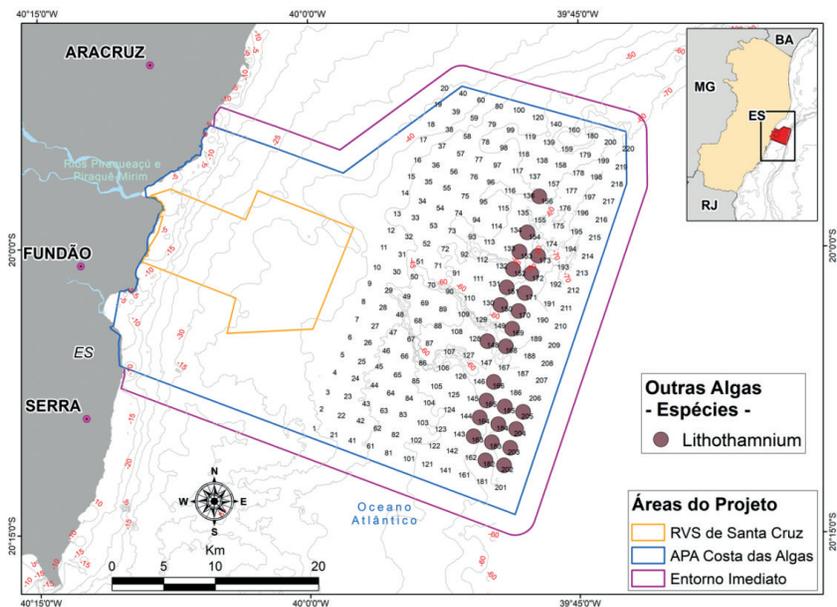


Figura 23 – Distribuição da ocorrência das algas *Lithothamnium* na área varrida pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

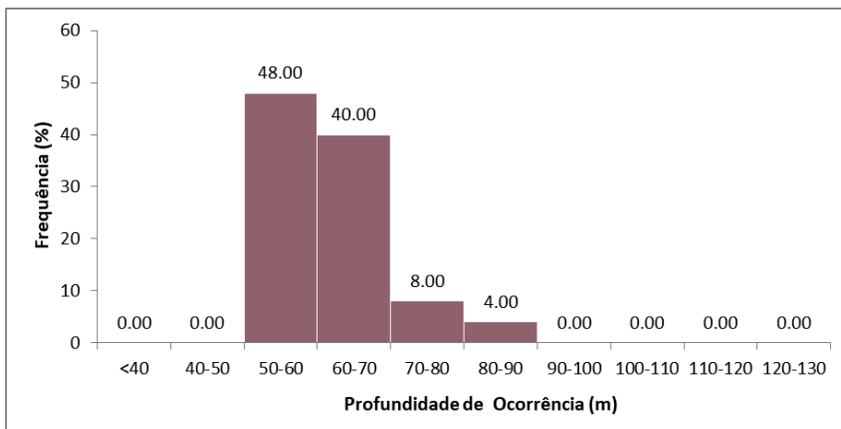


Figura 24 – Frequência entre as profundidades de ocorrência da alga *Lithothamnium*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

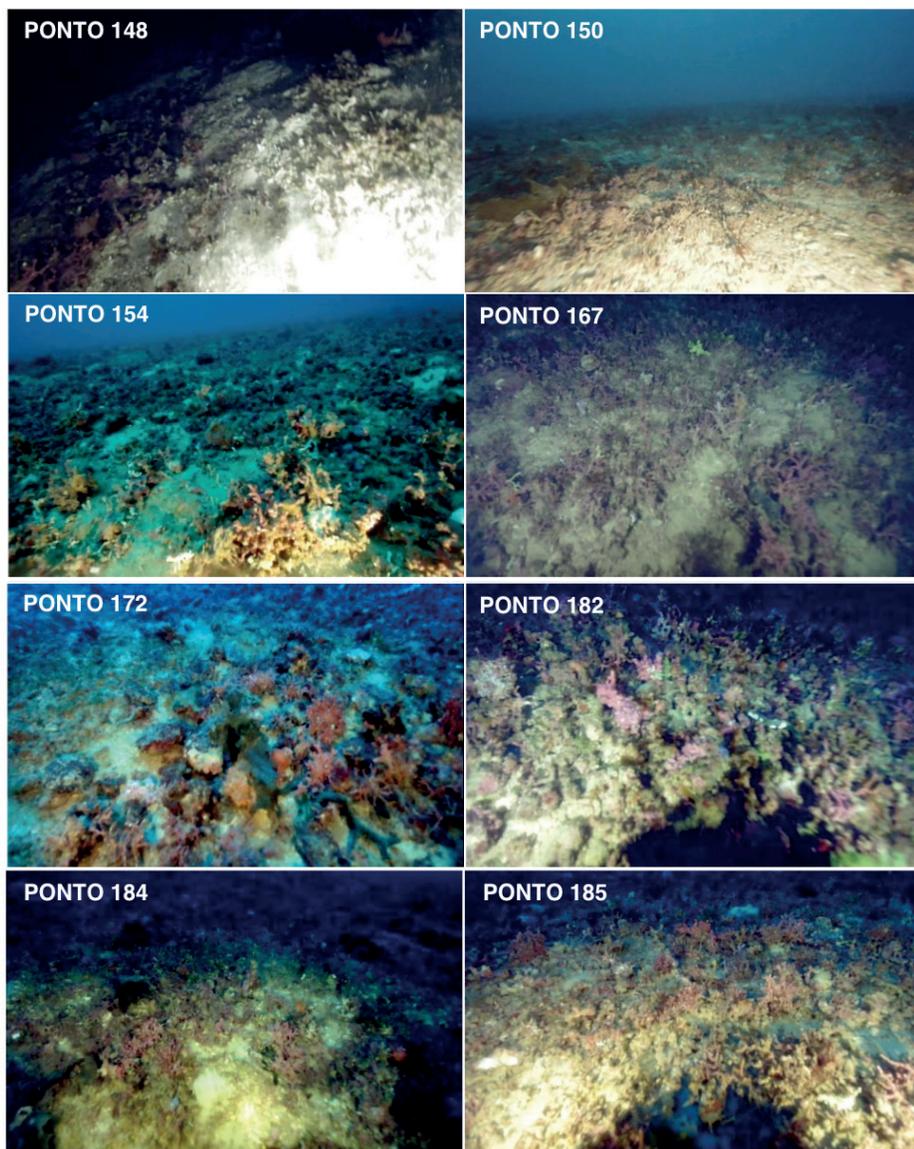


Figura 25 – Aspectos das algas vermelhas *Lithothamnium*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Algumas das algas verdes (clorofíceas) encontradas na área da APA Costa das Algas são do gênero *Codium*, exclusivamente marinho (PEDROCHE, 2001). Estas algas têm como forte característica talos bem eretos, geralmente prostrados (Figura 26A), e ramificados de textura esponjosa (GRAHAM & WILCOX, 2000). Outras algas também encontradas na área são do gênero *Caulerpa* (SILVA, 2003) que tem como característica tronco horizontal e folhas alongadas paralelas ao solo (Figuras 26B e 26C); e as algas do gênero *Halimeda*, estas geralmente esbranquiçadas e associadas com rodólitos na área

(Figura 26D).

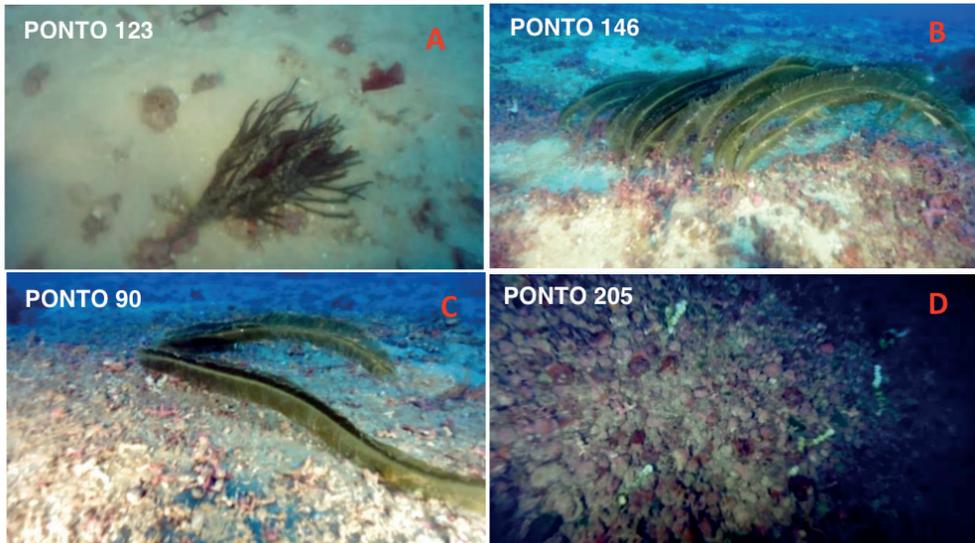


Figura 26 – Aspectos das algas verdes dos gêneros: A) *Codium*; B e C) *Caulerpa*; D) *Halimeda*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A alga parda mais comum na área é do gênero *Sargassum* (Figura 27), também encontradas por Marins (2009) na plataforma continental do Estado do Espírito Santo. Segundo Nassar *et al.* (1989), estas algas exibiram elevado valor de biomassa na região do Estado do Espírito Santo, sendo, portanto, bastante comuns na área.

Bancos de rodolitos se estendem por quase toda a margem continental interna do Brasil (FOSTER, 2001), porém são mais abundantes nas plataformas continentais nordeste e sudeste até o Rio de Janeiro (MILLIMAN & AMARAL, 1974; BAHIA *et al.*, 2010), com maior concentração no sudeste brasileiro (PEREIRA-FILHO *et al.*, 2011; AMADO-FILHO *et al.*, 2012a; AMADO-FILHO *et al.*, 2012b; PASCELLI *et al.*, 2013). Segundo Gastão *et al.* (2020), os bancos de rodolitos na APA Costa das Algas funcionam como um dos *habitats* marinhos de maior preferência entre as várias espécies da sua fauna.

Neste levantamento, em cerca de 60% dos pontos, foram encontradas as algas calcárias rodolitos em várias proporções distintas de indivíduos por metro quadrado (Figura 28), geralmente associadas a outras algas e, principalmente, à alga *Laminaria abyssalis* (Figura 29). Os rodolitos também contribuem com seus fragmentos na composição do substrato dos fácies Areia Biolitolástica e Bioclástica, além de formarem recifes com base em concreções.

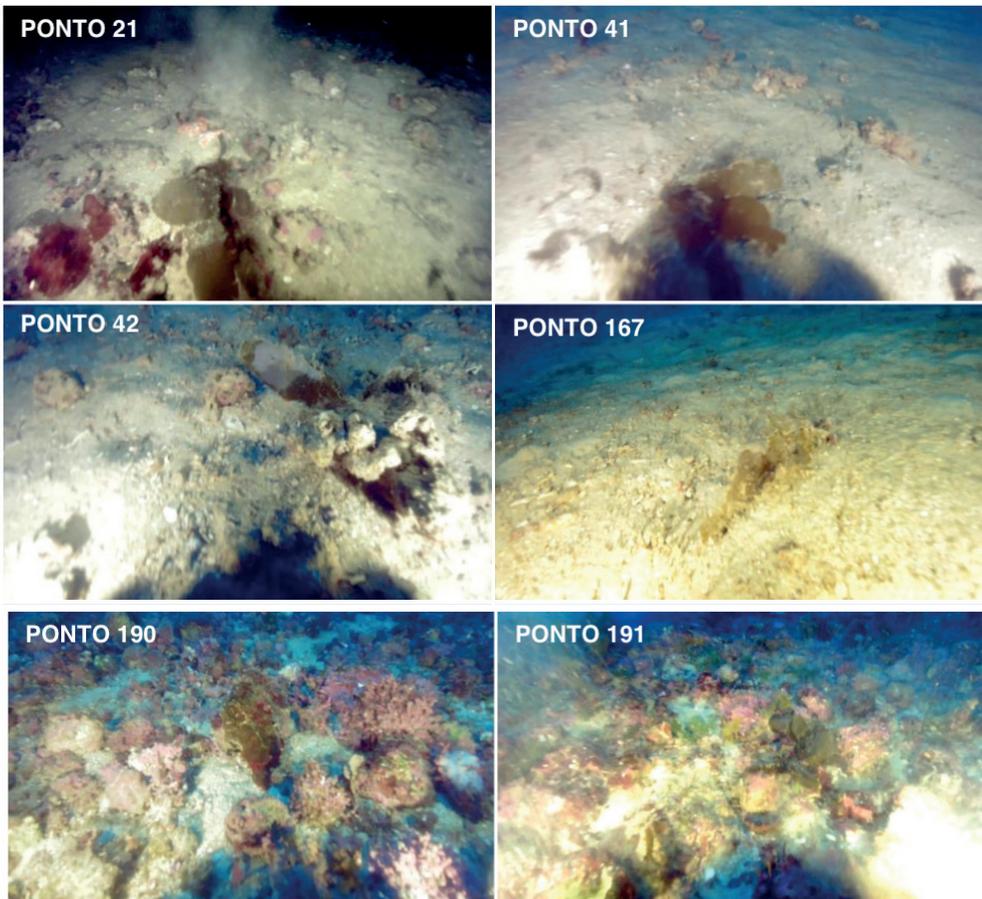


Figura 27 – Aspectos das algas pardas do gênero *Sargassum*.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Fauna Marinha – Ictiofauna

A ictiofauna esteve em todo o intervalo de profundidade dos pontos coletados, em cerca de 80% destes, desde a isóbata de -40 metros até próximo à quebra da plataforma continental, na profundidade de 130 metros (Figura 30).

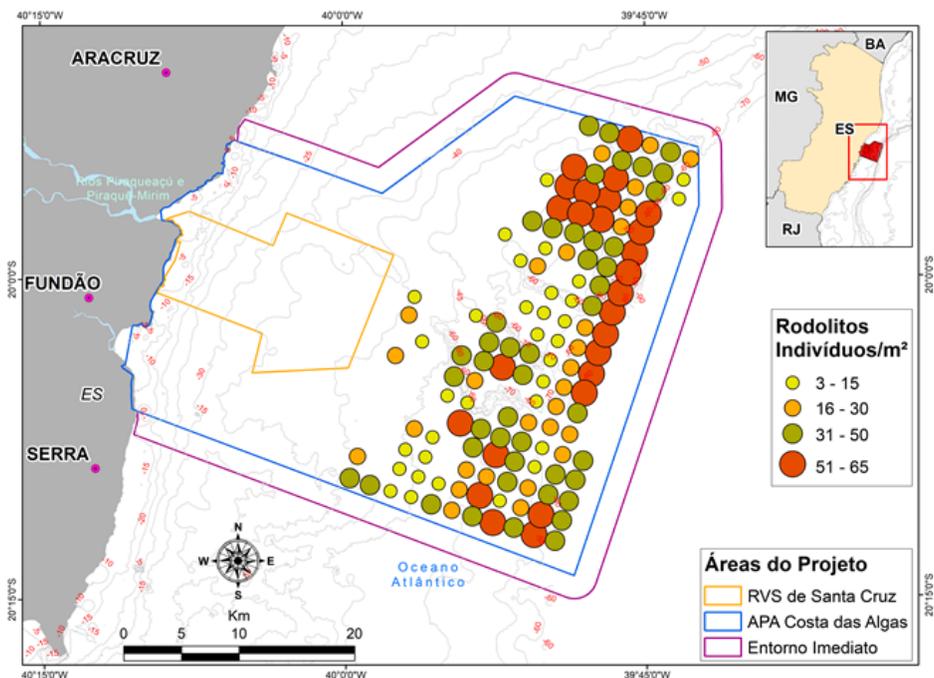


Figura 28 – Distribuição das algas rodolitos e indivíduos, por metro quadrado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram encontradas cerca de 30 espécies distintas de peixes habitando entre os variados substratos de todos os fácies sedimentares até o ambiente recifal.

No substrato arenoso que compõe o fácies Areia Litoclástica, a ictiofauna cobre 52% dos pontos coletados. As duas espécies mais comuns de peixes encontrados naquele fácies são a *Paralichthys brasiliensis* (linguado) (FROESE & PAULY, 2020) (Figura 31) e a *Trachinocephalus myops* (peixe-cobra ou traíra-do-mar) (POLANCO et al., 2016) (Figura 32). Estes peixes vivem apenas sobre o substrato arenoargiloso, muitas vezes camuflados ou enterrados na areia.

No fácies Areia Biolitoclástica, que é composto por areia siliciclástica e fragmentos biodetríticos em proporções aproximadamente iguais, foram encontrados indivíduos da ictiofauna em 84% dos pontos coletados neste fácies, o que representa grande preferência desta fauna marinha no substrato arenoso a cascalhoso. Uma das espécies mais comuns encontradas naquele fácies foi a *Holocentrus adscensionis* (mariquita) (Figura 33), também encontrada formando cardumes no ambiente recifal e fácies Rodolito (Figura 34). O *Balistes capricus* (peroá) (Figura 35), peixe comum da região Sudeste do Brasil, principalmente da plataforma continental do Estado do Espírito Santo, conhecido como peixe-porco (BERNARDES & BIAS, 2000), também foi encontrado no fácies Areia Biolitoclástica em contato com o fácies Areia Bioclástica.

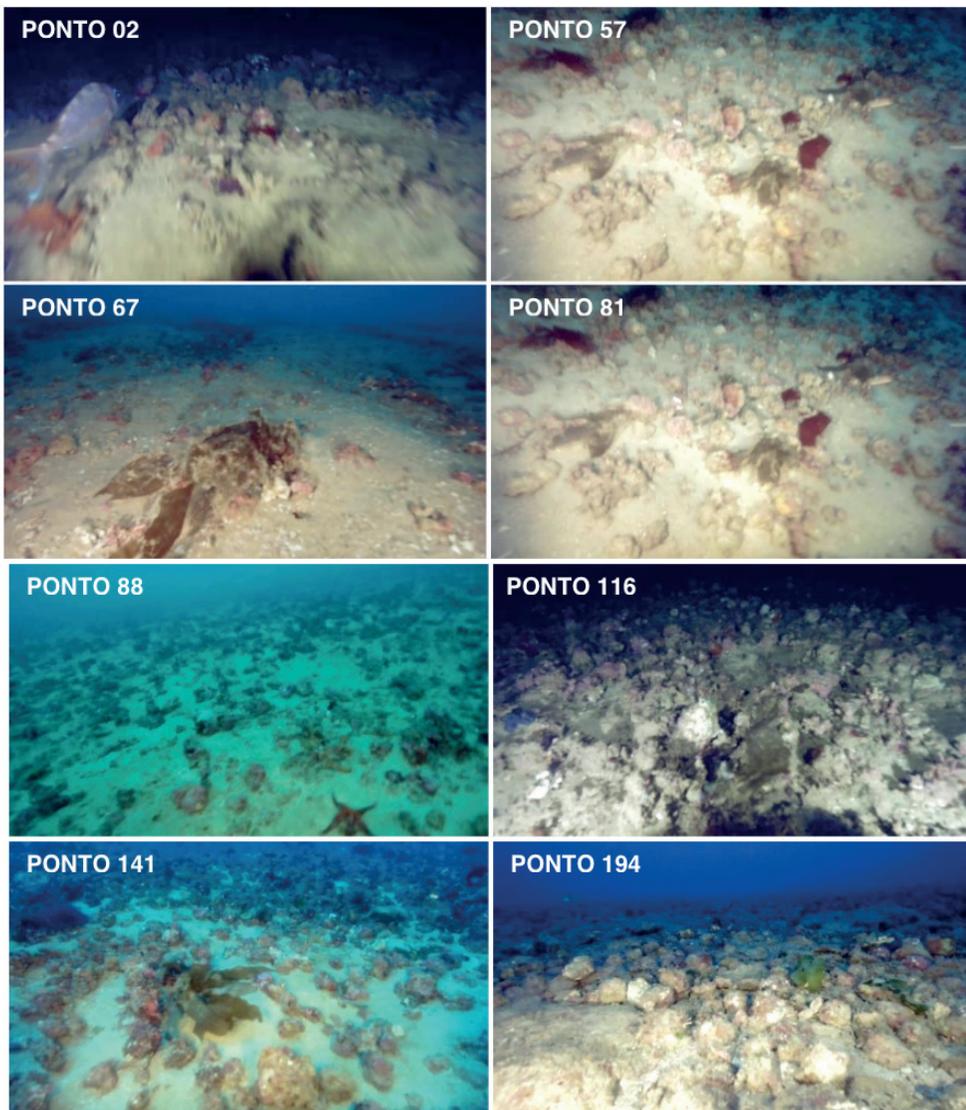


Figura 29 – Aspectos do rodolitos encontrados na área.

Fonte: Elaborado pelo autor.

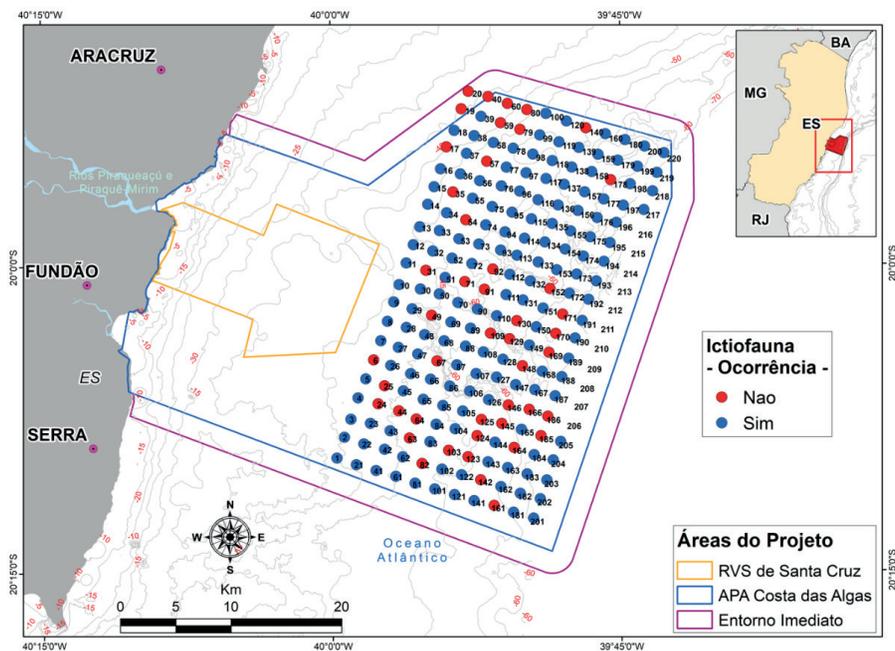


Figura 30 – Mapa de ocorrência da ictiofauna na malha amostral do ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

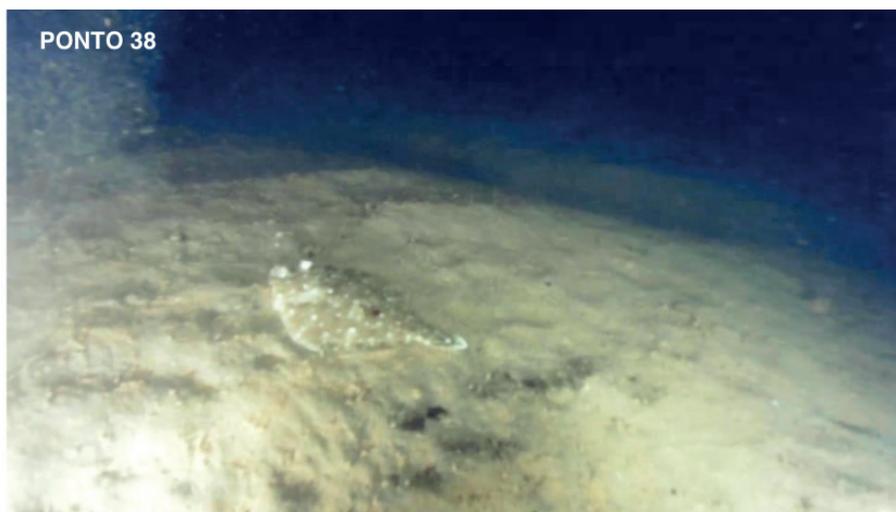


Figura 31– Peixe linguado (*Paralichthys brasiliensis*) encontrado no fácies Areia Litoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 32– Peixe-cobra ou traíra-do-mar (*Trachinocephalus myops*) encontrado no fácies Areia Litoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda no fácies Areia Biolitoclástica foram encontrados peixes das espécies *Lactophrys bicaudalis* (cofre) (KLUIJVER *et al.* 2020) (Figura 36); *Rhinobatos percellens* (cação-viola) (ROCHA, 2010) (Figura 37); *Ocyurus chrysurus* (guaiúba) (ALLEN, 1985) (Figura 38) bastante comum, compondo cardumes na área da APA da Costa das Algas, encontrado também no fácies Rodolito e ambiente recifal; e do gênero *Serranus* (serrano) (BÖHLKE & CHAPLIN, 1993) (Figura 39).



Figura 33 – Peixe mariquita (*Holocentrus adscensionis*) encontrado no fácies Areia Biolitoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 187



Figura 34 – Cardume de mariquitas (*Holocentrus adscensionis*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 05



Figura 35 – Peixe peroá (*Balistes capriscus*) encontrado no fácies Areia Biolitoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 05



Figura 36 – Peixe cofre (*Lactophrys bicaudalis*) encontrado no fácies Areia Biolitoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 22



Figura 37 – Peixe cação-viola (*Rhinobatos percellens*) encontrado no fácies Areia Biolitoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 38 – Cardume de guaiúbas (*Ocyurus chrysurus*) encontrado no fácies Areia Biolitoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 39 – Serrano, do gênero *Serranu*, encontrado no fácies Areia Biolitoclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 75% dos pontos que representam o fácies Areia Bioclástica foram encontrados animais da ictiofauna, mostrando também preferência desta fauna neste tipo de substrato, que é composto por mais de 70% de fragmentos bioclásticos. Foram detectados peixes da espécie *Archosargus probatocephalus* (sargo) (ROBINS & RAY, 1986) (Figura 40), também encontrados no ambiente recifal; da espécie *Aulostomus maculatus* (trombeta) (ROBINS &

RAY, 1986) em contato com o fácies Rodolito (Figura 41); da espécie *Cyclichthys spinosus* (baiacu) (FIGUEIREDO & MENEZES, 2000) (Figura 42); e da espécie *Holacanthus tricolor* (paru-soldado) (ALLEN, 1985), que, apesar de ser mais comum de *habitat* recifal, foi encontrado no fácies Areia Bioclástica (Figura 43).



Figura 40 – Peixe sargo (*Archosargus probatocephalus*) encontrado no fácies Areia Bioclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O fácies com maior identificação e diversidade de espécies da ictiofauna, juntamente com o ambiente recifal, foi o Rodolito, cuja representação entre os pontos coletados é de 80% e 100% para o ambiente recifal, ambiente também com elevada abundância de algas marinhas bentônicas. Todas as espécies encontradas nestes ambientes estão expostas nas tabelas 1 e 2.

PONTO 150

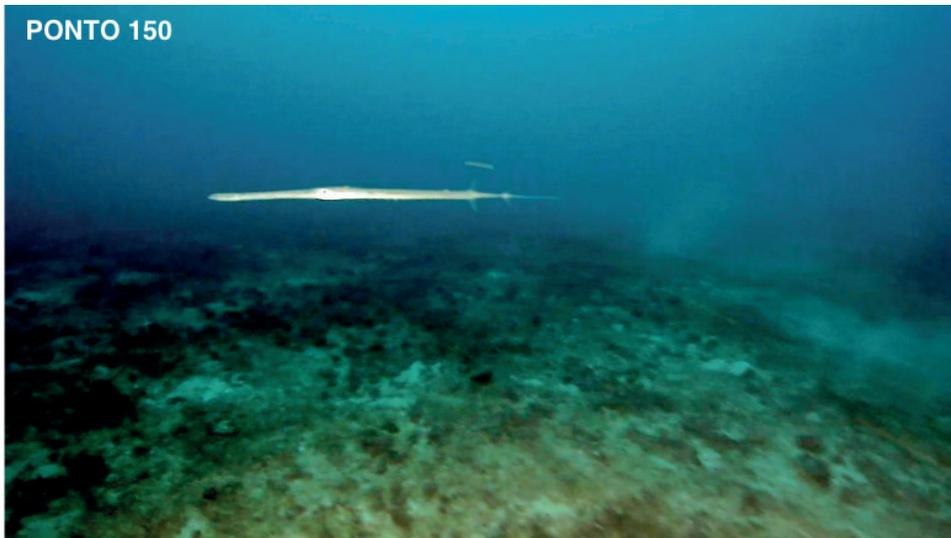


Figura 41 – Peixe trombeta (*Aulostomus maculatus*) encontrado no fácies Areia Bioclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 114



Figura 42 – Peixe baiacu (*Cyclichthys spinosus*) encontrado no fácies Areia Bioclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 43 – Peixe paru-soldado (*Holacanthus tricolor*) encontrado no fácies Areia Bioclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Peixe	Ambiente	Citação	Figuras
<i>Lutjanus synagris</i> (Ariacó)	Rodolitos	Cavalcante et al. (2012)	Figura 44
<i>Upeneus parvus</i> (Trilha)	Rodolitos	Robins & Ray (1986)	Figura 45
<i>Dactylopterus volitans</i> (Peixe voador)	Recifes e Rodolitos Também no Areia Biolitoclástica	Eschmeyer et al. (1990)	Figura 46
<i>Chaetodon sedentarius</i> (Borboleta)	Recifes e Rodolitos	Allen (1985)	Figura 47
<i>Fistularia tabacaria</i> (Trombeta-pintada)	Rodolitos	Azzurro et al. (2012)	Figura 48
<i>Chaetodon striatus</i> (Borboleta)	Recifes e Rodolitos	Allen (1985)	Figura 49
<i>Calamus penna</i> (Pena)	Rodolitos	Robins & Ray (1986)	Figura 50
Cardume de Pomacentridae (Família)	Recifes	Allen (1991)	Figura 51
<i>Cephalopholis fulva</i> (Garoupa vermelha)	Recifes	Heemstra et. al (1993)	Figura 52
<i>Chrysiptera parasema</i> (Donzela azul do rabo amarelo)	Recifes	Allen (1991)	Figura 53

Tabela 1 – Espécies da ictiofauna encontrados no fácies Rodolito e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 01



Figura 44 – Peixe Ariacó (*Lutjanus synagris*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 02



Figura 45 – Peixe trilha (*Upeneus parvus*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 105

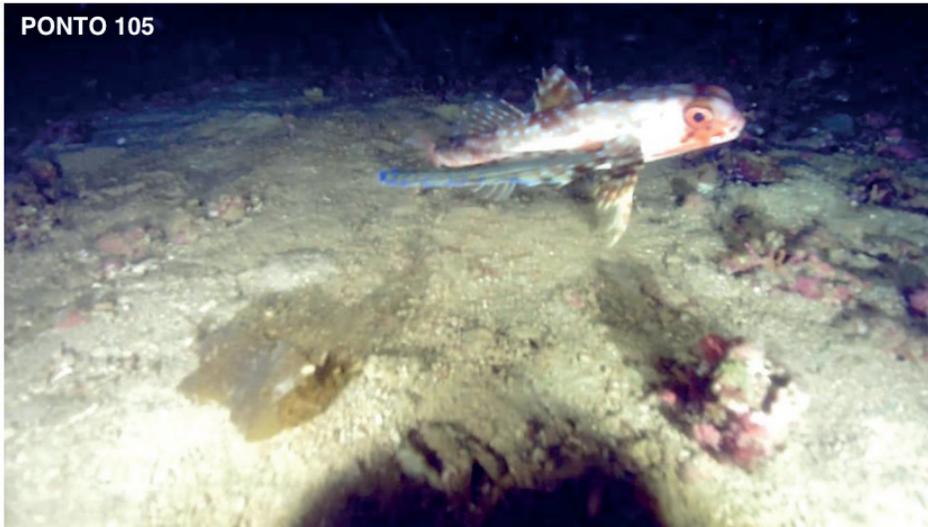


Figura 46 – Peixe voador (*Dactylopterus volitans*) encontrado no contato entre no fácies Rodolito e Areia Biolitolclástica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 187



Figura 47 – Peixe borboleta (*Chaetodon sedentariui*) encontrado no fácies Rodolito e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 155



Figura 48 – Peixe trombeta-pintada (*Fistularia tabacaria*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 07

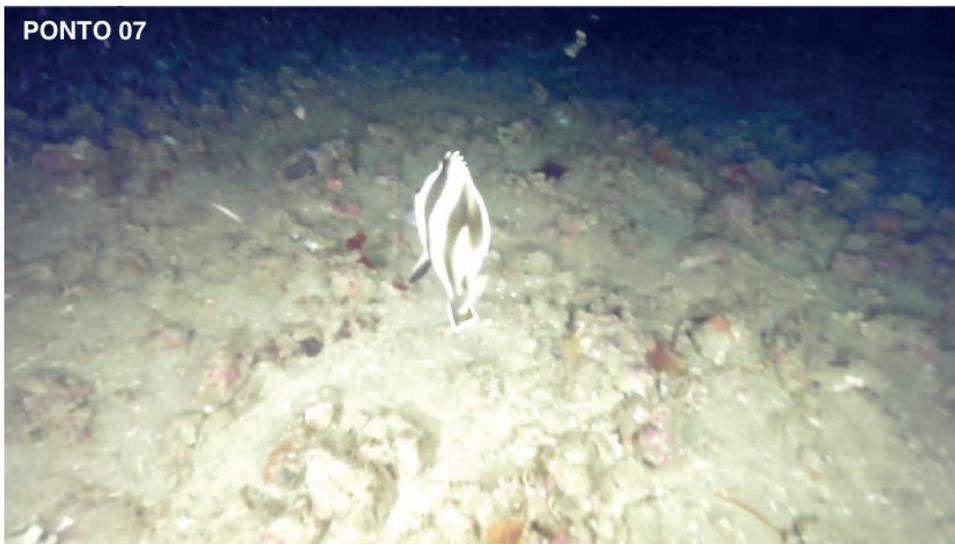


Figura 49 – Peixe borboleta (*Chaetodon striatus*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 07



Figura 50 – Peixe pena (*Calamus penna*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 187



Figura 51 – Cardume *Pomacentridae* (família) encontrado no fácies Rodolito e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 187



Figura 52 – Garoupa vermelha (*Cephalopholis fulva*) e mariquita (*Holocentrus adscensionis*) encontradas no e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 187



Figura 53 – Donzela azul do rago amarelo (*Chrysiptera parasema*) e borboleta (*Chaetodon sedentarius*) encontrados no ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Peixe	Ambiente	Citação	Figuras
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Trilha)	Recifes	Cervigón (1993)	Figura 54
<i>Balistes vetula</i> (Cangulo)	Recifes	Robins & Ray (1986)	Figura 55
<i>Scorpaena brasiliensis</i> (Peixe-escorpião)	Rodolitos	Em: https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/scorpaena-brasiliensis/	Figura 56
<i>Bodianus pulchellus</i> (Bodião-vermelho)	Recifes e Rodolitos	Gomon (2006)	Figura 57
<i>Chaetodon</i> (Peixe-borboleta) (Gênero)	Recifes e Rodolitos	Allen (1985)	Figura 58
Tetraodontidae (Baiacu) (Família)	Recifes	Nelson (1994)	Figura 59
<i>Seriola dumerili</i> (Arabaiana)	Recifes e Rodolitos	Paxton et al. (1989)	Figura 60
<i>Pomacanthus paru</i> (Frade)	Recifes e Rodolitos	Allen (1985)	Figura 61

Tabela 2 – Espécies da ictiofauna encontradas no fácies Rodolito e ambiente recifal.

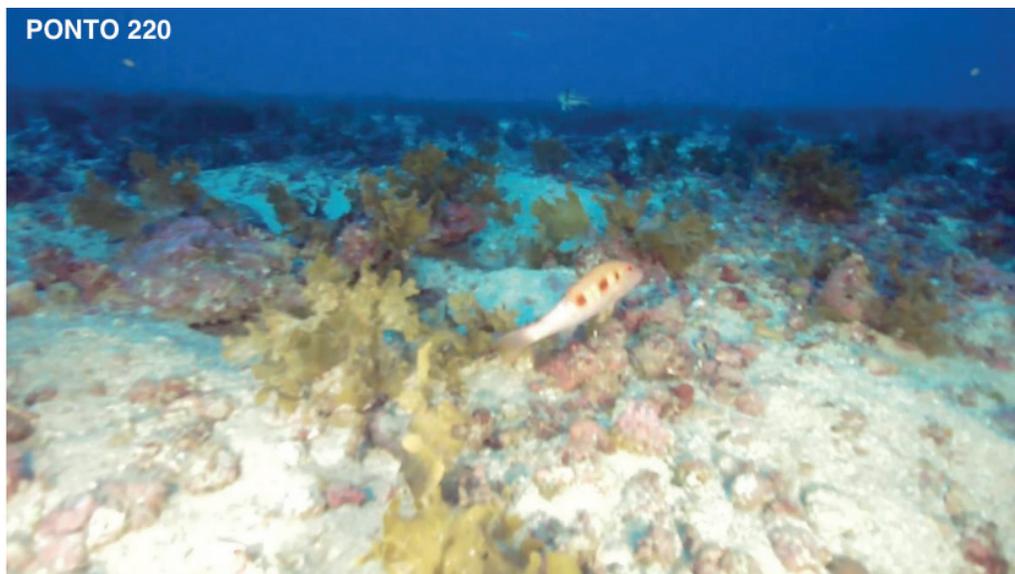


Figura 54 – Peixe Trilha (*Pseudupeneus maculatus*) encontrado no ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 55 – Cangulo (*Balistes vetula*) encontrado no ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

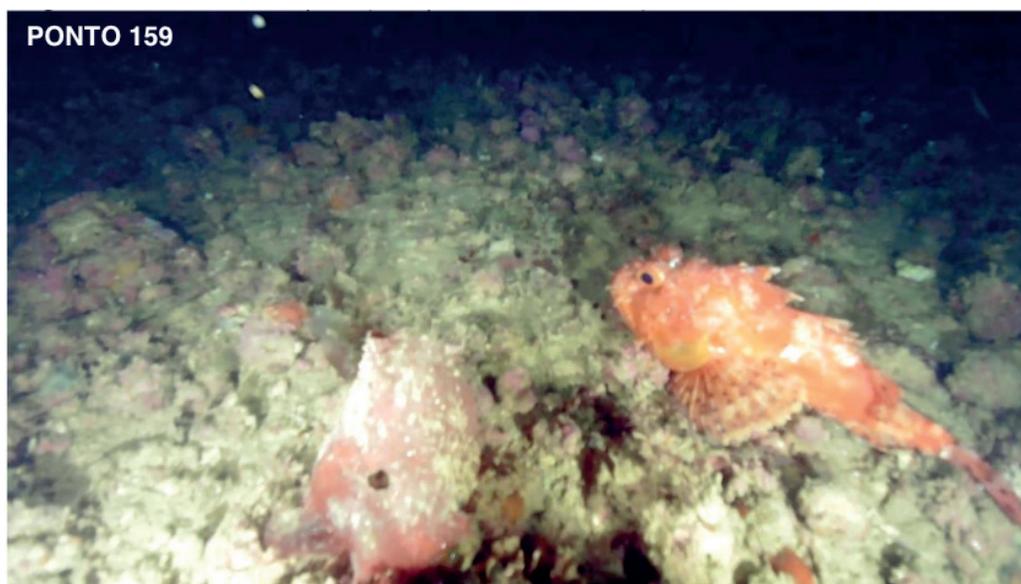


Figura 56 – Peixe escorpião (*Scorpaena brasiliensis*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 191



Figura 57 – Bodião-vermelho (*Bodianus pulchellus*) encontrado no fácies Rodolito.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 194



Figura 58 – Peixe borboleta (*Chaetodon*) (Gênero) encontrado no fácies Rodolito e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 200



Figura 59 – Baiacu (*Tetraodontidae*) (família) encontrado no ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 187

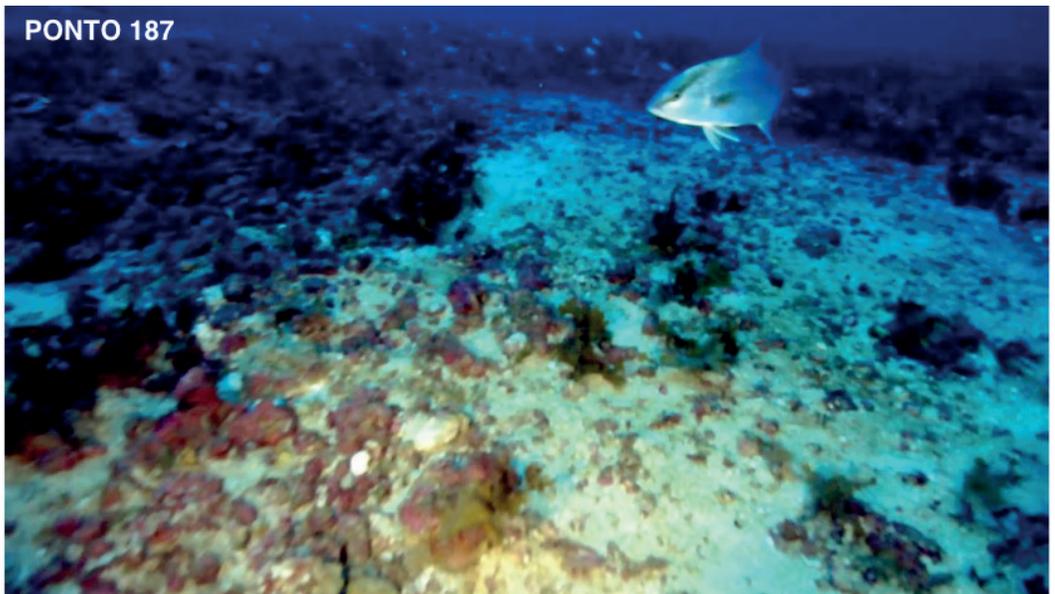


Figura 60 – Arabaiana (*Seriola dumerili*) encontrado no fácies Rodolito e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 61 – Peixe frade (*Pomacanthus*)



paru) encontrado no fácies Rodolito e ambiente recifal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Fauna Marinha – Outros Animais Marinhos

Os outros animais da fauna marinha que estão na área da APA Costa das Algas pertencem aos filos *Molusca*, *Arthropoda* (crustáceos), *Cnidaria*, *Echinodermata* e *Porífera*, além do filo *Chordata*. Também foi detectado pelo ROV um exemplar de mamífero e outros animais de hábito demersal.

A distribuição dos outros animais registrados pelo ROV (Figura 62) mostrou que os filos *Cnidaria* e *Echinodermata* são os mais abundantes entre os demais, seguidos pelos filos *Porífera*, *Molusca*, *Arthropoda* e *Chordata*.

O filo *Cnidaria*, como o mais representativo entre os demais, com cerca de 40% do total de registros do ROV, é composto na área da APA por Água-viva (Figura 63) encontrada em quase todos os pontos que registraram o filo *Cnidaria* e em coluna d'água se relaciona a todos os tipos de substrato; anêmona-do-mar (*Actiniaria*) (Figura 64). Outro organismo do filo *Cnidaria* registrado pelo ROV, principalmente no ambiente recifal ou nas concreções de rodolitos, foram os corais moles (*Alcyonacea*) (Figura 65).

Já no filo *Echinodermata*, que representa 35% dos pontos, tem como o animal mais abundante na área as estrelas-do-mar (*Asteroidea*) (Figura 66), encontradas também em vários níveis de profundidade, ou associadas a vários tipos de substrato, desde arenosos a cascalhoso. Outros equinodermos registrados foram o ouriço-do-mar (*Echinoidea*) e a bolacha-do-mar (Figura 67).

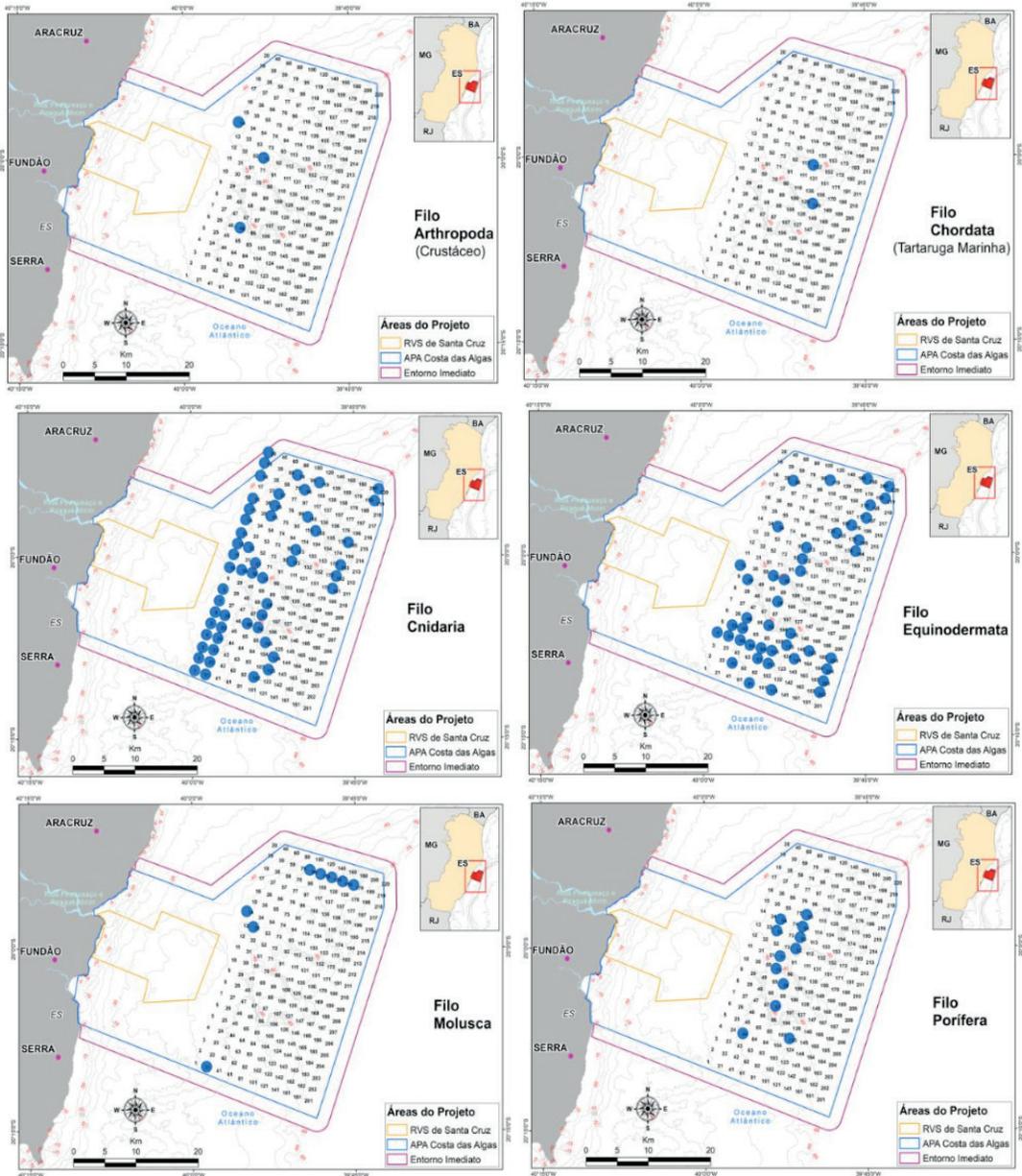


Figura 62 – Distribuição dos Filos de outros animais marinhos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As esponjas-do-mar (Figura 68) foram o organismo mais abundante do filo *Porifera*, encontrado em quase todas as profundidades, geralmente associadas ao substrato arenoso, mas também ocorreram no substrato arenocascalhoso e no ambiente recifal. Representam cerca de 10% dos pontos registrados de outros animais marinhos.

Os organismos marinhos do filo *Mollusca* representam 6% dos outros animais

registrados pelo ROV, e são representados pela lula (*Teuthida*) e o polvo (*Octopoda*) (Figura 69). Já o filo *Arthropoda*, cerca de 2% do total de outros animais, foi representado por um crustáceo (camarão) (Figura 70). E por último, o filo *Chordata* composto pela tartaruga-marinha; muito embora não tenha sido bem centralizada na filmagem do ROV (Figura 71), ainda assim foi registrada em dois pontos.

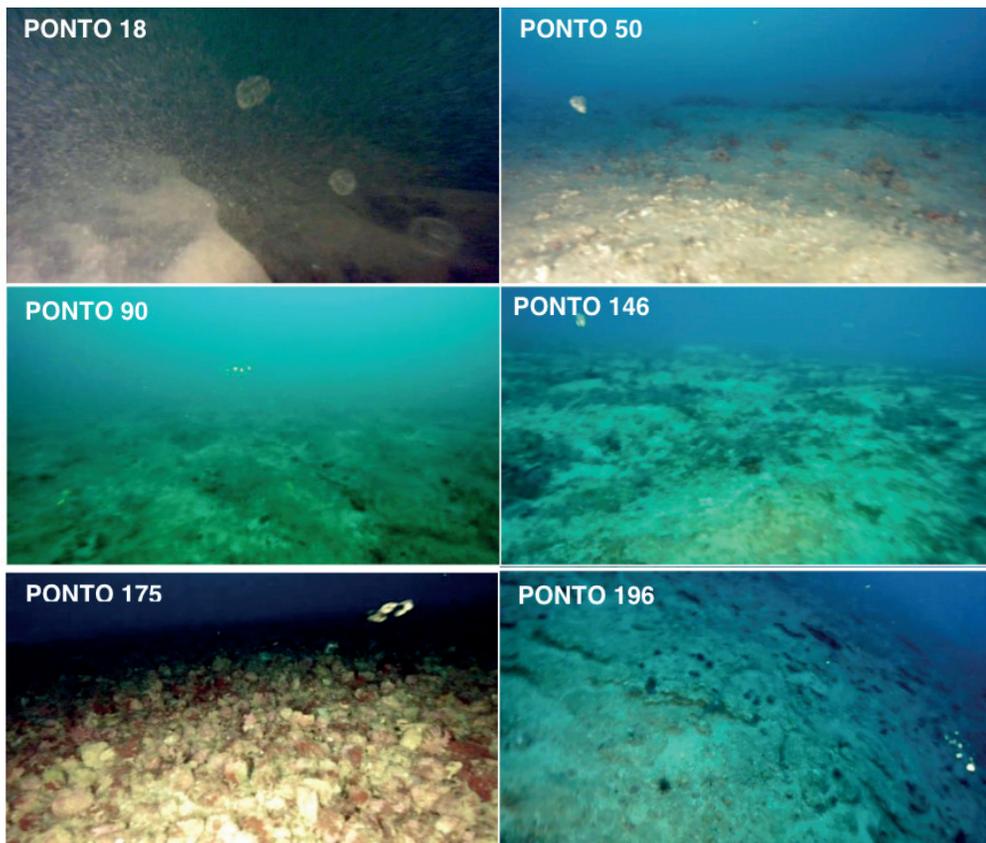


Figura 63 – Águas-vivas organismo do Filo Cnidaria registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 64 – Anêmonas-do-mar organismo do filo *Cnidaria* registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

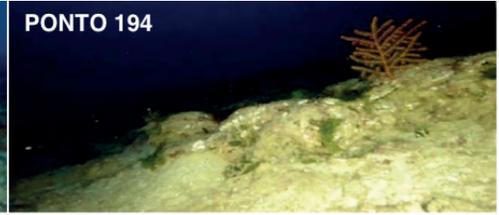
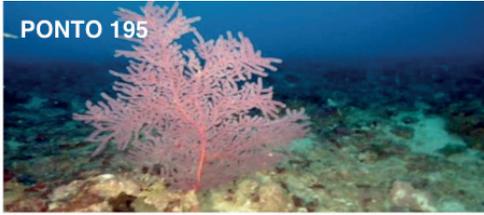


Figura 65 – Corais moles (*Alcyonacea*) organismo do Filo *Cnidaria* registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 66– Estrelas-do-mar (*Asteroidea*) organismo do Filo Echinodermata registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 67– Ouriço-do-mar e bolacha-do-mar, organismos do filo *Echinodermata* registrados pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

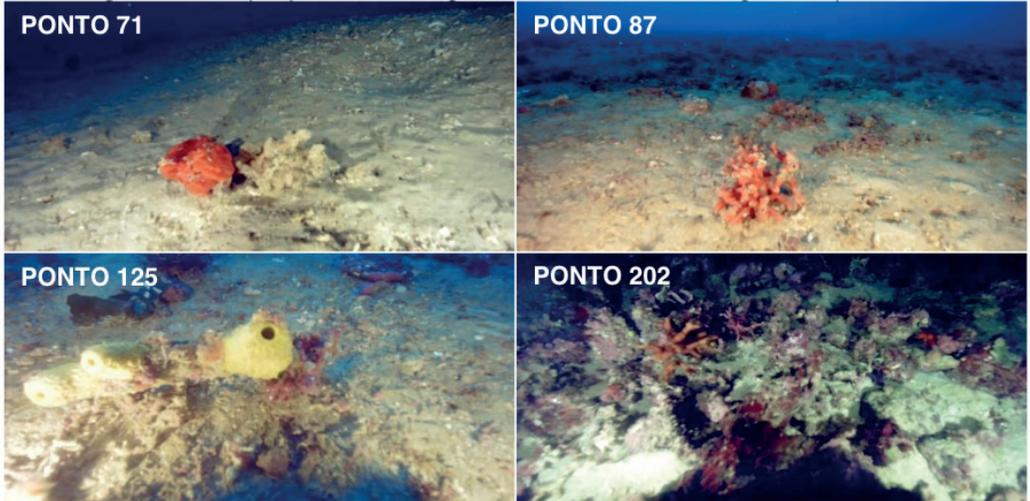


Figura 68 – Esponjas-do-mar, organismo do filo *Porifera* registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 69 – Animais do Filo Mollusca (lula e polvo) registrados pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 70 – Camarão, animal do Filo Arthropoda registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 71 – Tartaruga-marinha, animal do Filo Chordata, registrado pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outros exemplos da fauna marinha e ictiofauna registrados pelo ROV são a Moreia (*Muraenidae*), ocorrendo em maior abundância na área, desde o substrato arenoso até o composto pelos rodolitos (Figuras 72 e 73); e a arraia (*Batoidea*) registrada em dois pontos (Figuras 72 e 74); além do registro de um mamífero, uma baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) registrada em um ponto localizado no centro da área da APA Costa das

Algas (Figuras 72 e 75).

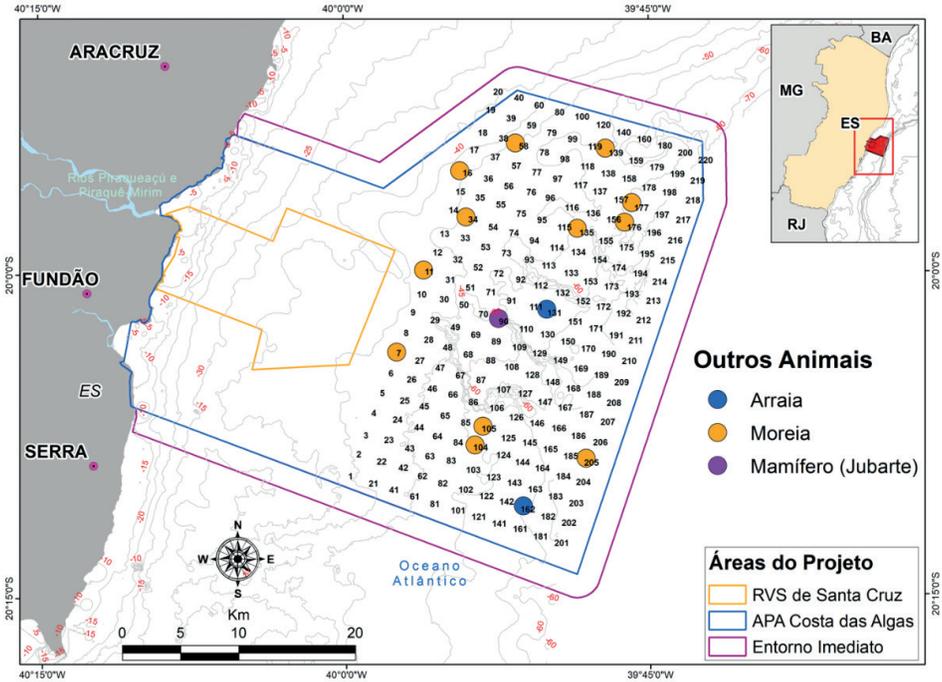


Figura 72 – Distribuição dos animais arraia, moreia e baleia jubarte registrados pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

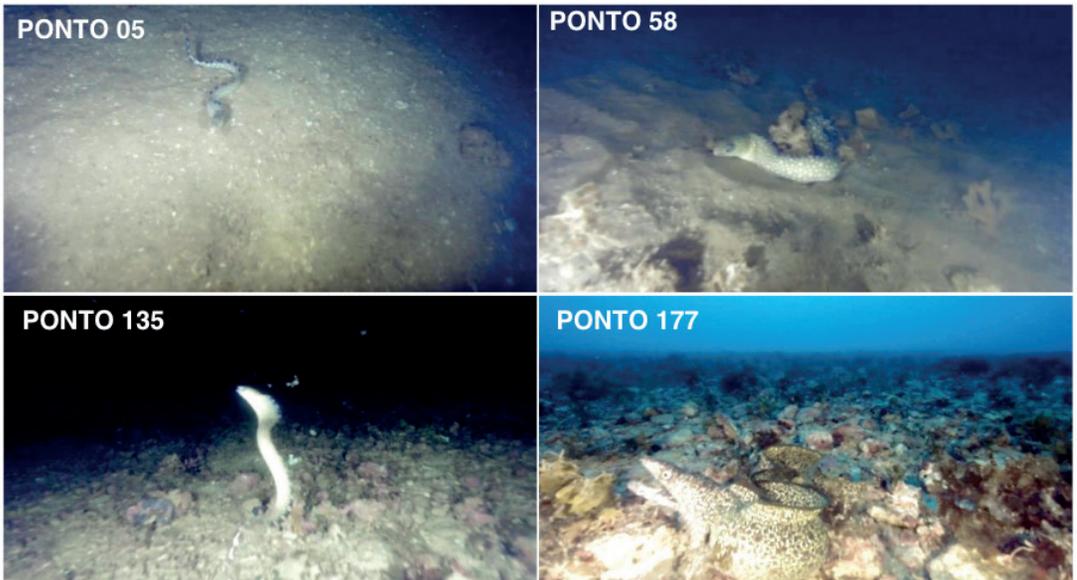


Figura 73 – Registros de moreias pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

PONTO 131



PONTO 162



Figura 74 – Registros de arraia pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 75 – Passagem de uma baleia jubarte no ponto 90 registrada pelo ROV.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Hidrodinâmica e Marcas de Fundo

A análise da hidrodinâmica através das imagens do ROV mostrou que a área da APA Costa das Algas registrou correntes com velocidades variando de 4 a 14 cm/s, estando as maiores velocidades situadas no setor sul da área da APA (Figura 76). Já ondas registraram baixa variação de período, de seis a sete segundos, e foram detectadas apenas no setor norte da área (Figura 76).

As marcas de fundo estão associadas aos fácies compostos por material arenoso, principalmente o fácies Areia Litoclástica e o fácies Areia Biolitoclástica. As marcas mais comuns são as simétricas (Figura 77), mostrando que, em sua maior parte, as correntes de fundo são unidirecionais, mas também ocorrem marcas linguoides.

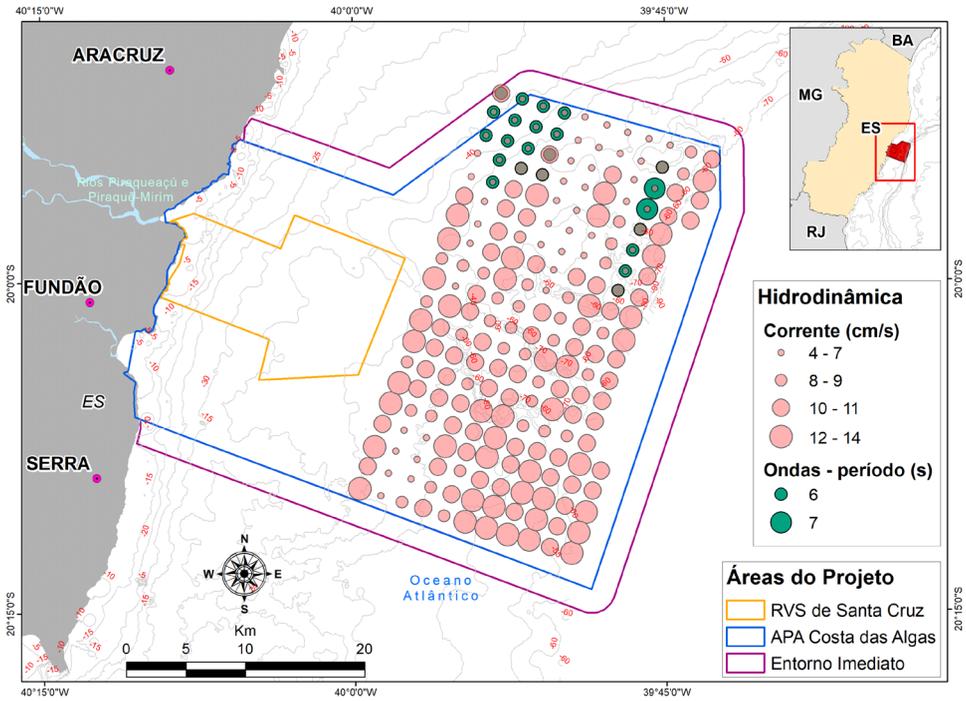


Figura 76 – Mapa da ocorrência da hidrodinâmica (ondas e correntes).

Fonte: Elaborado pelo autor.

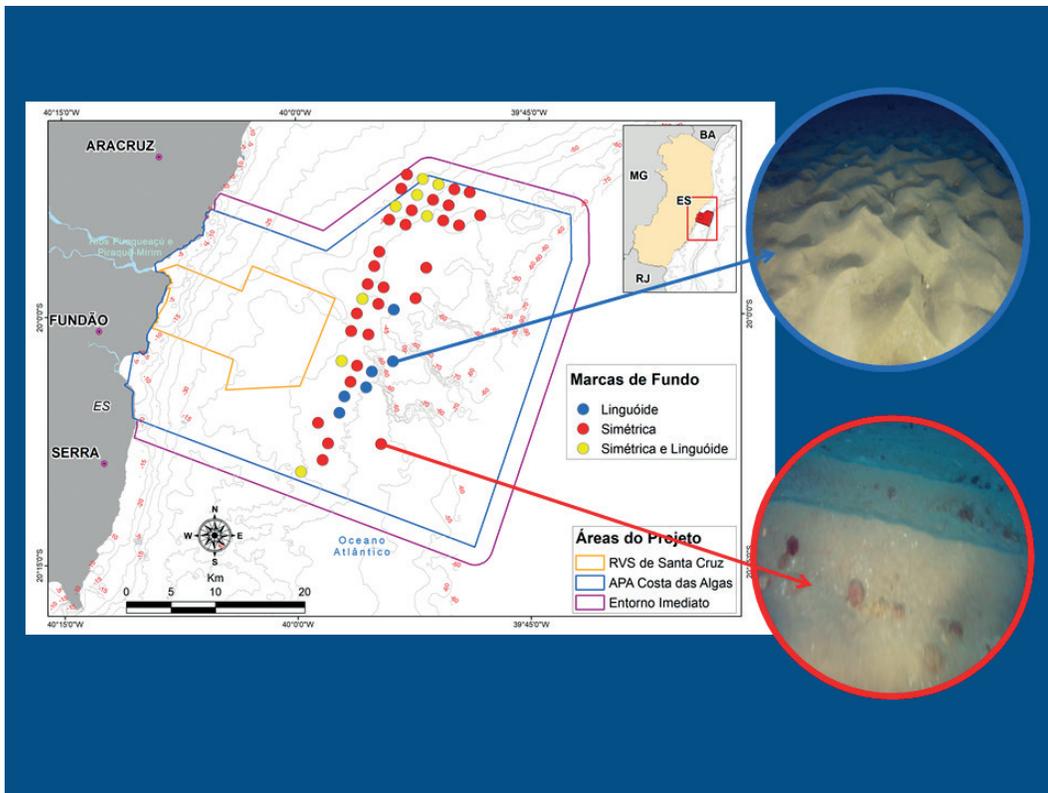


Figura 77 – Mapa da distribuição das marcas de fundo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento dos aspectos bióticos e abióticos da área correspondente à Área de Proteção Ambiental Costa das Algas feito pelo ROV revelou rica diversidade de organismos da flora e da fauna marinhas, desde a profundidade de 40 metros até as proximidades da quebra da plataforma continental na profundidade de 130 metros, onde fica o limite mar adentro da Unidade de Conservação.

As algas bentônicas, ou macroalgas bentônicas, da espécie *Laminaria abyssalis* ocorrem em toda a extensão do levantamento, corroborando relatos de outras pesquisas, muito embora estas não tenham se mostrado ao nível de detalhe que foi exposto neste levantamento. Vale ressaltar que a ocorrência da *L. abyssalis* na APA Costa das Algas se deu em proporções distintas de indivíduos por ponto amostral e abundância na área, como, por exemplo, 90% da ocorrência desta alga têm baixa cobertura de indivíduos por ponto amostral, ou exemplar da alga ocorrendo isoladamente, em muitos casos com outras algas. Em alguns pontos amostrados pelo ROV ocorreu, no entanto, elevada cobertura da alga *L. abyssalis*, principalmente na extremidade sul da área da APA.

O tamanho da alga *L. abyssalis* variou desde dezena de centímetros até um pouco mais de um metro de lâmina. O fator tamanho, porém, não mostrou estreita relação com a

variação da cobertura por ponto amostrado. Já o tipo de fundo é fator regulador na ocorrência e tamanho das algas. Os substratos arenocascalhosos do fácies Areia Biolitoclástica e cascalhosos do fácies Areia Bioclástica possuem algas com lâminas variando de 20 a 50 cm, além de um ponto no segundo fácies com laminárias de até 110 cm. O fácies Rodolito foi o que apresentou maior ocorrência de indivíduos por ponto amostrado, além de algas com lâminas variando de 15 cm a um metro de comprimento. Essa preferência da *L. abyssalis* pelo substrato composto de rodolitos, todavia, proporciona o desgaste das folhas da alga, quando, em eventos de tempestade, as correntes de fundo movimentam os seixos do substrato que incidem sobre as lâminas, rasgando-as.

Além da *Laminaria abyssalis*, outras algas pardas do filo *Phaeophyta* também foram registradas pelo ROV, sendo as mais comuns as do gênero *Sargassum*. Já as algas vermelhas (rodofíceas) do filo *Rhodophyta*, as mais comuns dentre as outras algas na área da APA, são compostas principalmente pelas do do gênero *Rhodymenia*, muitas vezes associadas a *L. abyssalis*. Ocorrem também como algas vermelhas, em elevada abundância na área, bancos de rodolitos e *lithothamnium*. As algas verdes (clorofíceas) do filo *Chlorophyta* são representadas por algas dos gêneros *Codium*, *Caulerpa* e *Halimeda*.

A ocorrência de todas estas algas entre os filossupracitados mostra a rica e abundante diversidade da flora bentônica na APA da Costa das Algas, o que influencia, também, na diversidade e abundância da fauna marinha associada. A ictiofauna teve cobertura de 80% da área amostral, e cerca de 30 espécies de peixes foram identificadas. A maior parte da ocorrência das espécies esteve associada ao substrato composto de rodolitos, mas também ocorreram em grande proporção nos substratos arenocascalhosos dos fácies Areia Biolitoclástica e Bioclástica. Os outros indivíduos da fauna marinha que foram registrados pelo ROV compõem os animais de hábito demersal, ou os que nadam mais próximo do substrato - como o polvo, a moreia e a arraia. Também foram registrados animais de hábito exclusivamente bentônico, como o camarão, alguns cnidários - como a anêmona-do-mar e corais moles - além de equinodermos e poríferos. Ocorreram, também, entre os registros do ROV, a tartaruga-marinha e uma baleia jubarte, com passagem no setor central da área da APA.

REFERÊNCIAS

ALLEN, G.R. FAO Species Catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. **Synop.** 125(6):208 p. Rome: FAO.1985.

ALLEN, G.R. **Damselfishes of the world**. Melle: Mergus Publishers (Germany). 271 p.1991.

AMADO-FILHO, G.M.; MOURA, R.L.; BASTOS, A.C.; SALGADO, L.T.; SUMIDA, P.Y.; GUTH, A.Z.; FRANCINI-FILHO, R.B.; PEREIRA-FILHO, G.H.; ABRANTES, D.P.; BRASILEIRO, P.S.; BAHIA, R.G.; LEAL, R.N.; KAUFMAN, L.; KLEYPAS, J.A.; FARINA M.; THOMPSON, F.L. Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ bio-factories in the tropical South West Atlantic. **PLoS ONE**, v. 7, n. 4, p. e35171, 2012a.

AMADO-FILHO, G.M.; PEREIRA-FILHO, G.H. Rhodolith beds in Brazil: a new potential *habitat* for marine bioprospection. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 22(4), 782-788. 2012b.

AZZURRO, E.; SOTO, S.; GARAFOLO, G.; MAYNOU, F. "Fistularia commersoni in the Mediterranean

Sea: Invasion history and distributional modeling based on presence only records". **Biological Invasions**. 15 (5): 977–990. 2012.

BAHIA, R.G., ABRANTES, D.P., BRASILEIRO, P.S., PEREIRA-FILHO, G.H., AMADO-FILHO, G.M. Rhodolith bed structure along a depth gradient on the northern coast of Bahia State, Brazil. **Brazilian journal of oceanography**, 58(4), 323-337. 2010.

BARTSCH, I.; WIENCKE, C; BISCHOF, K; CORNELIA, M.B; BUCHOHLOZ, B. H; ANJA, B. ET AL. The genus *Laminaria* sensu lato: recent insights and developments. **Eur. J. Phycol.** 43 (1): 1–86.2008.

BERNARDES, R.A.; BIAS, J.F. Aspectos da reprodução do peixe-porco, *Balistes capriscus* (Gmelin) (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Balistidae) coletado na costa sul do Estado de São Paulo, Brasil. **Rev. Bras. Zool.**: 17(3).2000.

BRODEUR, R.D. *Habitat*-specific distribution of Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*) in Pribilof Canyon, Bering Sea Cont. **Shelf Res**, 21 (2001), pp. 207-224. 2001.

BÖHLKE, J.E.; CHAPLIN, C.C.G. **Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters**. 2nd edition. Austin: University of Texas Press, 1993.

CAVALCANTE, L.F.M., OLIVEIRA, M.R., CHELLAPPA, S. Aspectos reprodutivos do ariacó, *Lutjanus synagris* nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. **Biota Amazônia**, v. 2, n. 1, p. 45-50, 2012.

CERVIGÓN, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Volume 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p. 1993.

COUTINHO, P.N. Sedimentos carbonáticos da plataforma continental brasileira. **Revista Geologia**, Fortaleza. 65-73. 1995.

CURBELO-FERNANDEZ, M.P; GIUSTINA, I.D.D.; LOIOLA, L.L.; ARANTES, R.C. M; MOURA, R.B; BARBOZA, C.A.M; NUNES, F.S; TÂMEGA, F.T.S; HENRIQUES, M.C.M.O; FIGUEIREDO, M.A.O; FALCÃO, A.P.C; ROSSO, S. **Biota de fundos carbonáticos da plataforma continental da Bacia de Campos**: algas calcárias e fauna associada. Comunidades Demersais e Bioconstrutores (Livro). São Paulo, SP. Elsevier Editora Ltda., P. 15-42. 2017.

DIAS, G.T.M. Classificação de sedimentos marinhos: Proposta de Representação em Cartas Sedimentológicas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39., Salvador. **Anais...** Salvador: SBG, 1996, 3: 423-426.

DIAS, G.T.M. Granulados Bioclásticos – Algas Calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, Vol. 18(3), p. 307 - 318, 2000.

ESCHMEYER, W.N.; DEMPSTER, L.J. *Dactylopteridae*. p. 690-691. In: QUERO, J.C.; HUREAU, C.; KARRER, A. Post, and SALDANHA, L. (eds.) **Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)**. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2. 1990.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. Brazil. 2000.

FROESE, R.; PAULY, D. (Eds). 2020. FishBase (version Feb 2018). In: **Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2020-09-01 Beta** (Roskov Y.; Ower G.; Orrell T.; Nicolson D.; Bailly N.; Kirk P.M.; Bourgoin T.; DeWalt R.E.; Decock W.; Nieuwerkerken E. van; Penev L.; eds.). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.

FOSTER, M.S. 2001. Rhodoliths: Between rocks and soft places. **J. Phycol.** 37: 659–667. 2001.

GASTÃO, F.G.C.; SILVA, L.T.; LIMA JUNIOR, S.B.; FERNANDES, L.F.L.; LEAL, C.A.; GOBIRA, A.B.; MAIA, L.P. Marine *Habitats* in Conservation Units on the Southeast Coast of Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 22145-22180, 2020.

GOMON, M.F. A revision of the labrid fish genus *Bodianus* with descriptions of eight new species. **Rec. Aust. Mus. Suppl.** 30:1-133. 2006.

GRAHAM, L.E.; WILCOX, L.W. **Algae**. Prentice-Hall, 640 pp. 2000.

HEEMSTRA, P.C.; RANDALL, J.E. FAO Species Catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (family Serranidae, subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. Rome: FAO. FAO Fish. **Synop.** 125(16):382 p. 1993.

KEMPT, M. Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian Shelf. **Mar. Biol.** 5(3): 213- 224.1970.

KLUIJVER, M. DE; GIJSWIJT, G.; DE LEON, R.; DA CUNDA, I. "Spotted trunkfish: *Lactophrys bicaudalis*". Interactive Guide to Caribbean Diving. Marine Species Identification **Portal**. Retrieved **21 July 2020**.

MARINS, B.V. **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. 2009.

MARINS, B.V.; LONGO, L.L.; BARRETO, M.B.B.; AMADO FILHO, G.M. Taxonomy of the southwestern Atlantic endemic kelp: *Laminaria abyssalis* and *Laminaria brasiliensis* (Phaeophyceae, Laminariales) are not different species. **Phycol Res** 60: 51-60. 2012.

MARTINS, L.R.; MELO, U.; FRNÇA, A.M.C.; SANTANA, C. I.; MARTINS, J.R. Distribuição Faciológica da Margem Continental Sulriograndense. Congresso Brasileiro de Geologia, 26º, **Anais** 2: 115 – 132, Belém, Brasil. 1972.

MILLIMAN, J.D.; AMARAL, C.A.B. Economic potential of Brazilian continental margin sediments. Soc. Brasil. Geol., **Anais**. XXVIII Congr., Porto Alegre, RS, 3: 335-- 344. 1974.

MONTEIRO, L.H.U.; COLARES, M.C.S.; FARIAS, E.G.G.; MAIA, L.P. Técnicas de Mapeamento com ROV e Sensoriamento Remoto Aplicadas na Plataforma Continental do Município de Aquiraz, Iguape - Ceará, Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2008, Fortaleza. III Congresso Brasileiro de Oceanografia e I Congresso Íbero-Americano de Oceanografia, 2008**.

NASSAR, C.A.G.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; MAURAT, M.C.S.; FALCÃO, C.; MITCHELL, G.J.P. Feofíceas do litoral norte do Estado do Espírito Santo. **Ínsula**, v.19, p.143-168. 1989.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. Third edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 p. 1994.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. Deep water marine algae from Espírito Santo state (Brazil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 4: 73-80.1976.

OLIVEIRA FILHO, E.C.; QÜEGE, N. O gênero *Laminaria* (*Phaeophyta*) no Brasil. Ocorrência e potencialidade econômica. **Inst. Pesq. Tecn.**, S. Paulo, 1, 107: 1-16. 1978.

OLIVEIRA, E.C.; HORTA, P.A.; AMANCIO, C.E.; SANT-ANNA, C.L. Algas e angiospermas marinhas bênticas do litoral brasileiro: diversidade, exploração e conservação. In **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha**. (Ministério do Meio Ambiente, ed.). Brasília. CD Rom, FTT. 2002.

- PASCELLI, C.; RIUL, P.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R.; SCHERNER, F.; NUNES, M.; HALL-SPENCER, J. M.; HORTA, P. Seasonal and depth-driven changes in rhodolith bed structure and associated macroalgae off Arvoredo island (southeastern Brazil). **Aquatic Botany**, 111, 62-65. 2013.
- PARRY, D.M.; KENDALL, M.A.; PILGRIM, D.A.; JONES, M.B. Identification of patch structure within marine benthic landscapes using a remotely operated vehicle **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 285, pp. 497-511. 2003.
- PAXTON, J.R.; HOESE, D.F.; ALLEN, G.R.; HANLEY, J.E. Pisces. Petromyzontidae to Carangidae. **Zoological Catalogue of Australia**, Vol. 7. Australian Government Publishing Service, Canberra, 665 p.1989.
- PEDROCHE, F. F. Estudios filogenéticos del género *Codium* (Chlorophyta) en el Pacífico mexicano. Uso de ADNr mitochondrial – **An. Esc. Nac. Ciênc. Biol. Mex.** 47 (1): 109-123. 2001.
- PEREIRA-FILHO, G.H.; AMADO-FILHO, G.M.; GUIMARÃES, S.M.P.B.; MOURA, R.L.; SUMIDA, P.Y.G.; ABRANTES, D.P.; BAHIA, R.G.; GÜTH, A.Z.; JORGE, R.R.; FRANCINI-FILHO, R.R. “Reef fish and benthic assemblages of the Trindade and Martin Vaz Island group, southwestern Atlantic”. **Brazilian Journal of Oceanography**, 59(3): 201–212. 2011.
- POLANCO, F.A.; ACERO, P.A.; BETANCUR, R.R. No longer a circumtropical species: revision of the lizardfishes in the *Trachinocephalus myops* species complex, with description of a new species from the Marquesas Islands. **J. Fish Biol.** 89(2):1302-1323. 2016.
- QUÉGE, N. **Laminaria (Phaeophyta) no Brasil**. Uma perspectiva econômica. Dissertação de mestrado em Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 115p. 1988.
- RASBAND, W.S. **Image J, U.S.** National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA. 2009.
- ROBINS, C.R., RAY, G.C. **A field guide to Atlantic coast fishes of North America**. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 354 p. 1986.
- ROCHA, F. **Biologia reprodutiva da raia-viola *Rhinobatos percellens* Walbaum, 1792 (*Chondrichthyes, Rhinobatidae*), da plataforma continental de São Paulo**. 147 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010.
- SILVA, P.C. A review of nomenclatural conservation in the algae from the point of view of the type method. **University of California Publications in Botany** 25: 241-323. 1952.
- SILVA, P.C. Historical overview of the genus *Caulerpa*. **Cryptogamie, Algologie** 24: 33-50. 2003.
- STEIN, D.L.; FELLE, J.D.; VECCHIONE, M. ROV observations of benthic fishes in the Northwind and Canada Basins, Arctic Ocean. **Polar Biol** 28:232–237. 2005.
- SWARD, D.; MONK, J.; BARRETT, N. A systematic review of remotely operated vehicle surveys for visually assessing fish assemblages. **Frontiers in Marine Science** 6, 134. 2019.
- YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; GESTINARI, L.M.S.; FERNANDES, D.R.P. MACROALGAS. In: LAVRADO, H.P.; IGNACIO, B.L. (Ed.). **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p.67-105.(Série Livros n.18). 2006.

SÍNTESE SOBRE A CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA APA (ÁREA DE PROTEÇÃO) E RVS (REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE), PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES

Data de aceite: 13/04/2021

Data de submissão: 26/02/2021

Luiz Fernando Loureiro Fernandes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Departamento de Oceanografia e Ecologia
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9962754750741990>

Luiz Parente Maia

Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/8033509217639446>

Cláudio Antônio Leal

Petroleo Brasileiro S.A.-Unidade de Negócio do ES.
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9454622248094841>

Mauro César Pinto Nascimento

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Unidade Operacional do Espírito Santo (UO-ES) /SMS/ MA
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/1809792128699135>

Alice Barboza Gobira

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Unidade Operacional do Espírito Santo (UO-ES) /SMS/ MA
Vitória – ES
<http://lattes.cnpq.br/7677822420555718>

Ambiental) Costa das Algas e RVS (Refúgio da Vida Silvestre) de Santa Cruz, é formada por um mosaico de ambientes que proporcionam abrigo para diversificada fauna e flora marinha. Em 21 de novembro de 2015 a lama do rejeito da Barragem de Fundão chegou à foz do Rio Doce, após o acidente ocorrido no dia 5 do mesmo mês, despejando então o material na região marinha adjacente. Um estudo feito por pesquisadores da UFES menciona um aumento de material argiloso, entre as isóbatas de 10 e 30m, na plataforma continental. Um estudo de 2015 revela que nas áreas estuarinas da APA e RVS as condições ambientais estavam favoráveis, em se tratando das concentrações metais analisadas. O estudo feito pela FAURG em dezembro de 2016 mostrou que alguns metais, tanto totais como dissolvidos, estiveram abaixo do limite permitido para a resolução CONAMA 357 na área correspondente a APA. Já estudos feitos em 2017 revelaram que as praias inseridas na APA apresentaram baixas concentrações de metais. No que diz respeito às características físico-geológicas das Unidades de Conservação, os dados mostraram a composição de fácies sedimentares que definiram onze *habitats* marinhos. A flora marinha bentônica nestes *habitats* está mais bem distribuída em sedimentos cascalho-arenosos, com abundância de algas entre os filos *Rhodophyta*, *Chlorophyta* e *Phaeophyta*, em especial a alga *Laminaria abyssalis*. Os estudos mostraram que, mesmo com a alta atividade exploratória de recursos minerais, o ambiente se apresenta, ou mesmo se renova, para dar condições favoráveis à vida marinha, considerando todas as etapas vitais para as espécies, desde a reprodução ao recrutamento.

PALAVRAS-CHAVE: APA Costa das Algas, RVS de Santa Cruz, Rio Doce, *habitats* marinhos, *Laminaria abyssalis*.

RESUMO: A plataforma continental do Estado do Espírito Santo, correspondente às Unidades de Conservação APA (Área de Proteção

SUMMARY OF THE ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA) AND WLR (WILDLIFE REFUGE), PERSPECTIVES AND RECOMMENDATIONS

ABSTRACT: The continental shelf of the State of Espírito Santo, corresponding the Conservation Units Costa das Algas EPA (Environmental Protection Area) and Santa Cruz WLR (Wildlife Refuge) is formed by a mosaic of environments that provide shelter for diverse marine fauna and flora. On November 21, 2015 the tailings mud from the Fundão Dam reached the mouth of the Doce River, after the accident that occurred on the 5th of the same month, then dumping the material in the adjacent marine region. A study by researchers from UFES mentions an increase in clayey material, between the 10 and 30m isobaths, on the continental shelf. A 2015 study reveals that in the EPA and WLR estuarine areas, environmental conditions were favorable, in terms of the metal concentrations analyzed. The study carried out by FAURG in December 2016 showed that some metals, both total and dissolved, were below the limit allowed for CONAMA resolution 357 in the area corresponding to EPA. Studies carried out in 2017 revealed that the beaches inserted in the EPA had low concentrations of metals. With regard to the physical-geological characteristics of the Conservation Units, the data showed the composition of sedimentary facies that defined eleven marine habitats. The benthic marine flora in these habitats is better distributed in gravel-sandy sediments, with an abundance of algae among the phyla *Rhodophyta*, *Chlorophyta* and *Phaeophyta*, especially the seaweed *Laminaria abyssalis*. Studies have shown that, even with the high exploratory activity of mineral resources, the environment is presented, or even renewed, to give favorable conditions to marine life, considering all the vital stages for the species, from reproduction to recruitment.

KEYWORDS: Costa das Algas EPA, Santa Cruz WLR, Doce River, marine habitats, *Laminaria abyssalis*.

1 | INTRODUÇÃO

A área da plataforma continental do Estado do Espírito Santo, correspondente às Unidades de Conservação (UCs) APA (Área de Proteção Ambiental) Costa das Algas e RVS (Refúgio da Vida Silvestre) de Santa Cruz, é formada por um mosaico de ambientes dominados por sedimentos oriundos do continente, ou sedimentos terrígenos, vindos das descargas fluviais, e sedimentos marinhos formados na própria plataforma a partir da decomposição da biota composta por algas calcárias corálicas e fauna marinha bentônica. Além disso, nas áreas das UCs existem recifes submersos cobertos por algas calcárias e bancos de rodólitos, que proporcionam, segundo Longo e Amado-Filho (2014), abrigo para diversificada fauna demersal e bentônica.

O clima predominante na região das UCs é quente e chuvoso tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23°C durante boa parte do ano (BRASIL 2005). A faixa litorânea acumula precipitação média de 1000 mm/ano. Este regime de chuvas exerce intensiva influência na descarga fluvial dos rios da região, como no Rio Doce, localizado ao norte das UCs, e nos Rios Piraquê-Açu, Piraquê-Mirim e Reis Magos, que desaguam nas UCs. A estas descargas fluviais estão associados os sedimentos terrígenos depositados nas áreas mais rasas das UCs, entre a zona costeira até a isóbata de -40 metros.

Já os sedimentos restritamente marinhos têm sua origem na própria bacia de sedimentação, decorrente de precipitações entre a água do mar e compostos orgânicos

e inorgânicos. Em geral, os sedimentos marinhos estão distribuídos nas áreas das UCs onde a contribuição terrígena das descargas fluviais é reduzida, nas isóbatas acima de 40 metros. Estes sedimentos são constituídos principalmente por fragmentos esqueléticos, carapaças e ossículos de vários organismos. Após sua morte, os fragmentos, ricos em carbonato de cálcio, se depositam no substrato marinho em associação aos cascalhos e areias, originando as areias biodetríticas. Segundo Coutinho (2005), os sedimentos que compõem o substrato marinho, situados em profundidades maiores do que 50m na plataforma continental, são representados por areias e cascalhos constituídos por algas coralíneas ramificadas (do tipo *maerl*), maciças ou em concreções (rodolitos), artigos de halimeda, moluscos, briozoários e foraminíferos bentônicos.

Tomando como base as premissas supracitadas, este capítulo mostra uma síntese da caracterização ambiental das duas Unidades de Conservação (UCs) até então estudadas. Faz uma abordagem geral da influência das descargas fluviais sobre estas UCs, mencionando o contexto geológico e geomorfológico das bacias hidrográficas dos rios, e o desastre de Mariana (MG), ocorrido na Bacia do Rio Doce em novembro de 2015, bem como a influência deste acidente sobre as Unidades em uma série temporal. Aborda também as condições dos ambientes estuarino e praias correspondentes àquelas UCs, e por fim, faz uma abordagem mais direcionada sobre a condição ambiental das unidades estudadas dentro dos contextos geológico, geoquímico e biológico mais atual.

2 | CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COM BASE NA INFLUÊNCIA DAS DESCARGAS FLUVIAIS

Os três principais rios que transportam material para a plataforma continental correspondente às áreas das UCs APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz são o Rio Doce, localizado ao norte das áreas, e os Rios Piraquê-Açu, Piraquê-Mirim. Estes últimos desaguam diretamente nas Unidades de Conservação.

A bacia hidrográfica do Rio Doce é a maior do Espírito Santo, com uma área de drenagem de 86.715 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo, totalizando 15.088 km² de extensão (<http://www2.ana.gov.br>, acesso em 05/08/2019). A bacia hidrográfica de Barra Seca e Foz do Rio Doce, inserida na Bacia do Rio Doce, foi criada pelo Decreto-Nº3792-R-de-20-de-março-de-2015, e está situada no Município de Linhares.

A geologia/geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Doce influenciam dois regimes fluviométricos distintos. O primeiro, no lado leste da bacia, dominado pelas altas altitudes variando de 1400 a 300m com declividades de 45%, representado pelos maciços plutônicos e faixas de dobramento de relevo ondulado a forte ondulado. O segundo, no lado oeste, onde está inclusa a faixa litorânea, é de baixa altitude, variando de 250 a 0m, composto por depósitos sedimentares, em sua maioria da Formação Barreiras. Estas características hidrográficas do Rio Doce, além da geologia/geomorfologia que compõem a bacia, influenciam fortemente no tipo de sedimento que deságua na plataforma continental adjacente. Vale ressaltar que, ao longo do curso da bacia hidrográfica do Rio Doce, existem várias atividades que movimentam a economia do Estado como a indústria de mineração

e a agricultura, por exemplo, que também corroboram o tipo de material que deságua na plataforma continental.

A bacia dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim corresponde à bacia hidrográfica do Rio Riacho. Esta bacia possui na maior parte de sua área altitudes que vão de 200 a 30m. O relevo no baixo curso dos rios é plano, formando depósitos estuarinos. A cobertura vegetal da região da bacia é quase toda constituída de reflorestamentos de eucaliptos, utilizados como matéria-prima para a produção industrial (produção de papel e celulose) na cidade de Aracruz (ES). Em razão dos desmatamentos das matas ciliares e do conseqüente assoreamento dos cursos d'água, as comunidades situadas nas fozes dos rios, frequentemente, sofrem sérios riscos com as enchentes (<http://www2.ana.gov.br>, acesso em 07/08/2019).

3 | O DESASTRE DE MARIANA – DE NOVEMBRO DE 2015 A FEVEREIRO DE 2016

Segundo Bastos *et al.* (2016), o rompimento da Barragem de Fundão inseriu no sistema hidrográfico cerca de 35 milhões de m³ de rejeitos de mineração, de acordo com informações da Mineradora Samarco. A Mineradora estima que 85% deste rejeito tenha ficado retido na porção mais alta da bacia hidrográfica do Rio Doce. O acidente ocorreu no dia 5 de novembro de 2015, sendo que, no dia 21 de novembro, a lama de rejeito de minério alcançou a foz do Rio Doce no Espírito Santo, despejando então o material na região marinha adjacente.

Em virtude do desastre ambiental, pesquisadores do Departamento de Oceanografia e Ecologia da UFES estudaram a região da foz do Rio Doce e plataforma continental adjacente em duas campanhas, visando a compreender impactos e alterações nos processos naturais que possam ter ocorrido na área. A primeira a bordo da embarcação *NOC Vital de Oliveira*, de 27 de novembro a 02 de dezembro de 2015, logo após o acidente. E a segunda a bordo da embarcação *Solency Moura*, de 27 de janeiro a 2 de fevereiro de 2016.

O referido estudo, feito por Bastos *et al.* (2016), destaca como resultado a granulometria das amostragens feitas na área da APA Costa das Algas. Os autores mencionam um aumento de material fino (argila), entre as isóbatas de 10 e 30m, muito provavelmente associado ao material aportado no Rio Doce em decorrência do desastre.

Os resultados da pesquisa feita por Bastos *et al.* (2016) indicaram que elementos como Fe, Al, Mn, Cr, Pb, Cu e V apresentaram, até então, aumento de suas concentrações na região estuarina da foz do Rio Doce com a passagem da lama de rejeitos de mineração. Os autores ressaltam, no entanto, que a análise das concentrações de metais na foz de um rio não pode ser inferida a um único processo atuante, na ocasião o desastre, e sim são resultados do sinergismo de variadas alterações na bacia hidrográfica.

O estudo menciona, ainda, que houve uma diminuição da concentração de metais entre a primeira e a segunda campanha na região marinha. Segundo os autores, este resultado já era esperado devido à descarga fluvial de material provinda do Rio Doce, influenciada pela precipitação, que proporcionou forte capacidade de diluição e dispersão

do material na região costeira.

4 | AMBIENTE ESTUARINO ADJACENTE ÀS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO PÓS-ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA (MG) – DEZEMBRO DE 2015

Estuários são ambientes costeiros com alta capacidade de concentração de sedimentos finos em decorrência da baixa energia hidrodinâmica envolvida nestes ambientes. Oferecem potencial elevado de concentração geoquímica de metais, matéria orgânica e nutrientes.

Romero (2017) realizou estudo no setor estuarino correspondente à foz do Rio Doce, analisando os teores de metais em amostras de sedimento coletadas 19 dias após o desastre de Mariana ocorrido em 5 de novembro de 2015. Segundo a autora, as maiores concentrações encontradas foram de ferro, seguido do manganês, apresentando a seguinte ordem de concentração dos metais: Fe>Mn>Ni>Cr>Zn>Co>Cu>Pb. Já as frações solúvel e trocável apresentaram as menores concentrações, às vezes abaixo do limite de detecção TEL e PEL, mostrando que os metais ainda não estavam em uma forma mais disponível para os organismos. As concentrações de ferro, cromo e chumbo, associados aos carbonatos, foram baixas: em algumas amostras ficaram abaixo do limite de detecção, enquanto os outros metais tiveram maiores concentrações. Os metais associados aos óxidos de ferro foram encontrados em concentrações mais elevadas do que as outras frações, em razão da origem do minério dos rejeitos da lama. Na fração piritica, foram detectadas baixas concentrações que devem estar associadas aos baixos teores de matéria orgânica.

A autora ressalta que as concentrações obtidas no estuário desse estudo foram semelhantes ou inferiores àquelas encontradas em área de manguezal nas frações trocável e solúvel, em associação à lepidocrocita e à piritita. Os metais associados aos carbonatos e à ferri-hidrita apresentaram concentrações ora maiores, ora menores do que as de manguezal. Na fração associada aos óxidos de ferro cristalino, as concentrações dos metais foram superiores às de solo de manguezal, o que é justificado pelo rejeito do minério de ferro oriundo do rompimento da barragem. Já ferro, manganês e níquel foram encontrados em concentrações superiores aos limites indicados na literatura, mostrando que esses metais (Mg e Ni) estão associados com o ferro do rejeito da mineração, até então.

Com base no estudo supracitado, realizado por parte de Romero (2017), estima-se que os estuários adjacentes, incluindo o correspondente às UCs APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, apresentaram condições ambientais mais favoráveis em se tratando das concentrações de metais analisadas.

5 | O DESASTRE DE MARIANA – MARÇO DE 2016

O Relatório Técnico-Científico, Contrato 105/2016, realizado pela Fundação de Apoio à Universidade do Rio Grande – FAURG (2016), menciona o trabalho de análises ambiental e biológica, visando à avaliação e ao monitoramento dos possíveis impactos negativos sobre a biodiversidade marinha, com especial referência às áreas das Unidades

de Conservação, onde estão inclusas a APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, gerados pelo rompimento das barragens de contenção de rejeito de extração de ferro da empresa Samarco em Mariana (MG), ocorrido em novembro de 2015. As coletas do referido trabalho foram realizadas a bordo da embarcação de pesquisa *Soloncy Moura*, do ICMBio, de 19 a 27/04/2016.

O estudo feito por FAURG (2016) relata que foram observados padrões especiais distintos de distribuição dos diferentes metais na água em março de 2016. Como exemplo, um gradiente distribuição decrescente bem definido das concentrações de metais a partir da foz do Rio Doce em direção à zona costeira, tanto ao norte quanto ao sul da referida foz, onde estão as UCs aqui mencionadas.

As amostras CA1 e CA3 do referido estudo (FAURG, 2016) correspondem à área da APA Costa das Algas. A amostra CA1 apresentou concentração média do metal arsênio total (As) ligeiramente acima do limite de qualidade permitido para águas de Classe I, conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Na amostra CA3, o metal arsênio não foi detectado. Já os demais metais como cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e chumbo (Pb), tanto totais como dissolvidos, estiveram abaixo do limite permitido para a resolução CONAMA 357.

As concentrações de metais em músculo de pescados de peixes e camarões foram comparadas com os limites estabelecidos pela Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC n° 42, de 29/08/2013, que dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre o Limite Máximo de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos, e apresentaram apenas 0,8% do total de amostras com o nível de arsênio acima do permitido, e 0,2% do total com nível de chumbo acima, de acordo com a legislação vigente.

6 | AMBIENTE PRAIAL ADJACENTE ÀS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO PÓS-ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA (MG) – OUTUBRO DE 2016 E DEZEMBRO DE 2017

O ambiente praiial é composto quase que essencialmente por areias constituídas de quartzo (SiO₂) e outros minerais, como feldspato, ilmenita, rutilo, dentre outros pesados. As praias apresentam elevado dinamismo, devido à atuação de várias forças morfológicas, como ondas, correntes, marés e ventos, configurando alta capacidade de renovação de material.

O estudo feito por Cunha (2018) objetivou a quantificação dos elementos traços Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e V em areia das praias Regência, Comboios e Barra do Riacho (adjacentes à foz do Rio Doce), a fim de avaliar os impactos causados à região pela lama de rejeitos do rompimento da barragem de Mariana, em 2016 e 2017.

Segundo Miranda-Filho *et al.* (2011), os elementos traços podem ser classificados em essenciais e não essenciais para os organismos. Possuem funções biológicas e são constituintes obrigatórios do metabolismo dos indivíduos, participando de processos envolvendo compostos enzimáticos, ou não, possuindo funções biológicas conhecidas para

o metabolismo. Förstner e Wittmann (2012) ressaltam que tanto os elementos essenciais quanto os não essenciais são extremamente tóxicos para os organismos quando ingeridos em altas concentrações.

Como resultados, o estudo feito por Cunha (2018) mostrou que as concentrações dos elementos traços encontrados nos pontos de coleta estavam abaixo dos valores dos parâmetros estabelecidos pelas legislações ambientais vigentes. O autor ressalta que a topografia das praias exerce controle sobre a variação das concentrações dos elementos traços.

Com base no estudo supracitado, estima-se que as praias localizadas ao sul da foz do Rio Doce, em especial as correspondentes às áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, são passíveis de mostrar baixas concentrações de elementos traços, permitidas pela legislação vigente.

7 | CONDIÇÃO GEOQUÍMICA DAS ÁREAS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO PÓS-ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA (MG) – FEVEREIRO DE 2018

As análises geoquímicas do projeto “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”, que visou cumprir uma condicionante da licença de operação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) referente à implantação do Gasoduto Sul-Norte Capixaba, empreendimento de propriedade da PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A, mostram que as concentrações de metais como Mn, V, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Hg e Cd, além das concentrações de TPH nos sedimentos da plataforma continental correspondentes às UCs não ultrapassaram os limites estabelecidos pelas legislações internacionais TEL, PEL, AET e Lista Holandesa, como relatado no Capítulo 7. Apenas o mercúrio (Hg) expressou valores de concentrações acima da legislação TEL, porém esteve abaixo da PEL, que diz respeito à concentração acima da qual os efeitos adversos são esperados para a vida marinha.

O metal bário (Ba) apresentou maior distribuição espacial nas áreas das UCs entre as isóbatas de 20 e 50 metros, setor de transição entre os sedimentos de origem terrígena os de procedência marinha. A distribuição deste elemento neste setor é explicada pelo fato de ele se associar com os biodetríticos ricos em CaCO_3 , ou, ainda, porque o metal compõe as carapaças dos organismos marinhos, além de algumas funções vitais.

Os metais como Cu, Cr, Mn, V e Zn estão associados aos sedimentos terrígenos provindos das descargas fluviais dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, uma vez que as maiores concentrações destes metais foram encontradas nas fozes destes rios.

8 | SITUAÇÃO FÍSICO-GEOLÓGICA DA APA COSTA DAS ALGAS E RVS DE SANTA CRUZ – HABITATS MARINHOS

A plataforma continental correspondente às áreas das UCs APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz expressa diversificada fisiografia, com geomorfologia marcada por recifes rochosos, canais e terraços marginais, além de vários sedimentos de origem

terrígena e marinha, com um rico mosaico de *habitats* ideais à conservação e reprodução da vida marinha.

Com suporte nas informações sobre o tipo, distribuição e composição dos sedimentos do fundo marinho, informações sobre a geomorfologia de fundo, mediante dados batimétricos, bem como registros do fundo por ROV (Remotely Operated underwater Vehicle) e dados da fauna bentônica no nível taxonômico do filo, foi possível fazer o mapeamento de fácies sedimentares que compõem as UCs, além dos *habitats* marinhos.

Os resultados mostraram a existência de cinco fácies sedimentares definidas pelos regimes de sedimentação terrígeno e marinho, separados nas proximidades da isóbata de -40 metros. No primeiro caso dominam os sedimentos areno-argilosos depositados a partir das descargas fluviais dos rios da região, como os Rios Doce, Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim. Os sedimentos marinhos são biolitoclásticos e bioclásticos, além de serem compostos por seixos de rodolitos. Os dados corroboram com os estudos de Silva e Bastos (2013), que descrevem as fácies sedimentares da plataforma continental da Bacia do Espírito Santo, predominada por dois regimes de sedimentação, um terrígeno e outro carbonático, com lamas modernas fluviais associadas a foz do Rio Doce, e areias litoclásticas a litobioclásticas predominantes na porção média da plataforma, e a partir de 40m de profundidade predominam os cascalhos biodetríticos e fundos de rodolitos vivos. Também corroboram os estudos realizados por Maia *et al.* (2015), que mencionam sedimentos que compõem a plataforma continental da Bacia como sendo constituídos por granulometria mais grossa, na fração areia a cascalho.

As feições de fundo ou morfologia de fundo, identificadas por geofísica, a partir de batimetria e sonar de varredura lateral, revelaram a existência de estruturas recifais, ou recifes rochosos, e canais submersos originados pela regressão marinha do Quaternário.

Os dados de verdade de campo adquiridos por via de ROV revelaram marcas onduladas de fundo, comportamentos das correntes e ondas, sendo possível definir áreas hidrodinâmicas, de acordo com as referidas marcas onduladas no sedimento de fundo e condições hidrodinâmicas. Foram definidas três zonas dentro das áreas das UCs. A primeira correspondente à zona intermarés, desde a linha de costa até a isóbata de -2 metros, e consiste no setor costeiro trabalhado pela subida e descida cíclicas das marés, expondo as plataformas de abrasão nas marés baixas e cobrindo estas plataformas em marés cheias. A segunda está inserida entre a isóbata de -2 metros até a isóbata de -40 metros, e corresponde à zona de agitação e ondas de fundo, marcadas pelas feições ou ondulações de fundo. A terceira contempla a área desde a isóbata de -40 até as proximidades da quebra da plataforma continental, em -100 metros, e corresponde à zona calma, onde predominam as correntes marinhas.

O conjunto de dados relacionados à composição das fácies sedimentares, bem como à morfologia de fundo, definiram onze *habitats* marinhos, dentre os quais os compostos por sedimentos biolitoclásticos, bioclásticos e rodolitos, além de recifes rochosos, e canais submersos, foram os que apresentaram maior abundância de organismos da fauna e flora marinhas. Por outro lado, os *habitats* definidos pela sedimentação terrígena mostraram menor abundância de organismos. Isso reflete para a área estudada a predominância do regime de sedimentação marinha sobre a terrígena, sobretudo na APA Costa das Algas, o

que configura, de uma maneira geral, área de alto potencial de proliferação e preservação da fauna e flora marinhas bentônica e demersal. Em tais circunstâncias, o mapeamento das Unidades de Conservação, aqui apresentados pela primeira vez em escala de detalhe, pode ajudar na compreensão da importância destas áreas para a preservação e manutenção da vida marinha.

9 | FLORA BENTÔNICA CORRESPONDENTE ÀS ÁREAS DA APA COSTA DAS ALGAS E RVS DE SANTA CRUZ

A flora marinha bentônica correspondente às áreas das Unidades de Conservação mostrou padrão preferencial de distribuição de acordo com o tipo de fundo. Os ambientes mais costeiros até a isóbata de -40 metros, onde estão situadas as fácies sedimentares areno-argilosas e que cobrem a maior parte da área do RVS de Santa Cruz, foram os que apresentaram menor riqueza em abundância de algas entre os filos encontrados. Já os ambientes ricos em sedimentos cascalho-arenosos, ou ricos em carbonato de cálcio, e que cobrem boa parte da APA Costa das Algas, expressaram maior riqueza e abundância de algas entre os filos Rhodophyta, Chlorophyta e Phaeophyta. Foi neste ambiente cascalho-arenoso onde ocorreu maior distribuição da alga *Laminaria abyssalis*, além de bancos de rodolitos e *maerl* (algas *lithothamnium*).

10 | FAUNA BENTÔNICA CORRESPONDENTE AS ÁREAS DA APA COSTA DAS ALGAS E RVS DE SANTA CRUZ

A macrofauna bentônica caracterizada pela triagem de bentos feita a partir do material coletado mostra que ocorrem os organismos pertencentes a, pelo menos, oito filos [Arthropoda (subfilo Crustacea), Mollusca, Annelida (classe Polychaeta), Cnidaria, Echinodermata, Nematoda, Nemertea e Bryozoa]. No que se refere à abundância dos organismos da macrofauna bentônica no habitat, o filo Annelida (Polychaeta) é o mais abundante, representando 48% do total de organismos encontrados. Os filos Nematoda, Arthropoda (Crustacea) e Mollusca representam 18, 16 e 12%, respectivamente. Os filos Echinodermata e Nemertea somam 6%, e o filo Cnidaria representa menos de 1% do total.

Os dados corroboram parcialmente os de Neves (2015), que estudou a composição e distribuição espaço-temporal da comunidade bentônica associadas aos rodolitos e nos sedimentos depositados nos recifes lateríticos da Praia de Gramuté, Aracruz-ES, inserida na APA Costa das Algas. O autor mostrou que a meio e macrofauna tiveram maior número de táxons e densidade associados aos rodolitos do que nos sedimentos. Ele ressalta que o sedimento teve maior quantidade de organismos da macrofauna do que os rodolitos.

Neves (2015), em seu estudo, descobriu que Copepoda foi o grupo taxonômico mais abundante da meio-fauna, seguido por Nematoda e Polychaeta. Para a macrofauna, os Polychaeta, principalmente da família de Syllidae, apresentaram maior densidade em todo o estudo em ambos os substratos, seguidos por Crustacea e Nematoda no sedimento, e Ophiuroidea no rodolito.

Neves (2015) ressalta que os rodolitos na praia de Gramuté contribuem para o aumento da heterogeneidade do ecossistema, que eleva a riqueza de táxons e abundância

dos grupos de zoobentos no ambiente. Lavrado *et al.* (2015) mostraram, ainda, que a heterogeneidade do sedimento e a presença de rodolitos são apontadas também como fatores importantes para a alta diversidade bentônica encontrada na região, principalmente na plataforma média (40-50 m de profundidade).

11 | FITOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON E NUTRIENTES DAS ÁREAS DA APA COSTA DAS ALGAS E RVS SANTA CRUZ

Segundo os trabalhos de Bastos *et al.* (2016), os dados obtidos na segunda campanha mostraram condições um pouco melhores da comunidade fitoplanctônica do que no período imediatamente posterior ao impacto do desastre de Mariana, das análises feitas da primeira campanha. Já em se tratando da comunidade zooplanctônica, a expedição de novembro/dezembro de 2015 mostra valores muito elevados de números de indivíduos, principalmente na estação mais costeira. Este elevado quantitativo de indivíduos por m³ estaria ainda associado a uma diminuição no número de táxons observados, sendo que cerca de 80% dos indivíduos estariam relacionados a duas espécies. A expedição *Soloncy Moura*, em janeiro, já aponta para uma diminuição no número de indivíduos por m³ e um ligeiro aumento no número de táxons.

Em suma, os estudos de Bastos *et al.* (2016), considerando as duas campanhas, mostraram que, após o impacto agudo, precisamente 60 dias desde o acidente no dia 5 de novembro de 2015, foi observada uma diminuição dos valores de concentração de MPS na pluma, diminuição dos valores de clorofila a e feopigmentos, além de uma potencial recuperação no nível de táxons de fito e zooplâncton. Pode-se dizer, ainda, que as concentrações de metais totais na água também tenderam a diminuir.

Os estudos feitos por FAURG (2016) mostraram que as concentrações corporais de metais no zooplâncton tiveram redução significativa das concentrações de arsênio, cádmio, cromo, manganês, cobre e chumbo, tanto na região da foz do Rio Doce quanto nos pontos adjacentes ao sul e ao norte, em relação a estudo anterior. O estudo mostrou, no entanto, que houve aumento da concentração de ferro nas amostras de zooplâncton de todos os pontos coletados.

FAURG (2016) menciona, ainda, em seus estudos, que o biomarcador de estresse avaliado (peroxidação lipídica) nas amostras de zooplâncton indicou redução ao estudo realizado anteriormente, com exceção de Abrolhos, que apresentou menor valor médio nas amostras analisadas no estudo pretérito. Este fato indica que houve redução do dano biológico em nível de lipídios, com redução do impacto de estressores ambientais nas áreas estudadas, segundo o relatório.

Em se tratando dos nutrientes, os estudos de Bastos *et al.* (2016), comparando os resultados das duas campanhas, mostraram que o nitrito não apresentou mudança considerável em sua concentração. Já nos níveis de nitrato, notou-se considerável aumento da concentração desse nutriente na porção sul da desembocadura do Rio Doce. Já em relação ao fosfato, nitrogênio amoniacal e silício, observou-se um relativo decréscimo em suas concentrações. Os autores ressaltam que as concentrações de nitrito encontradas no Rio Doce e plataforma continental adjacente, em todas as campanhas, estão abaixo do que a legislação brasileira (CONAMA 357/2005) estabelece como limites para águas doces e

águas salinas.

Já o nitrato analisado, em especial da campanha *Soloncy Moura*, se encontrou em níveis muito acima do estabelecido pela CONAMA 357/05 para águas salinas em todas as classes, o que, segundo os autores, pode ocasionar mudanças graves no equilíbrio ecológico da região.

No que concerne aos nutrientes, de uma forma geral, com exceção do nitrato, os níveis abaixo do estabelecido pela CONAMA 357/05 garantem boas condições para a vida marinha e recrutamento das espécies da plataforma adjacente ao Rio Doce, em especial às áreas das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, sem prejuízo para as faunas bentônica e pelágica. Outro aspecto importante são as boas condições das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, que refletem excelentes condições das massas d'água na região da plataforma continental do Espírito Santo.

12 | CONSIDERAÇÕES FINAIS, PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES

Quando se reporta a Unidade de Conservação, é essencial conhecer os ecossistemas, os processos naturais e as interferências antrópicas positivas ou negativas, considerando os tipos de uso que serão permitidos, analisando os aspectos pretéritos e os impactos atuais ou futuros, de forma a elaborar meios para conciliar o uso dos espaços e garantir a sua conservação. Vale salientar que, quando se faz referência a Unidades de Conservação Marinhas, existe uma dificuldade maior de obtenção de dados pretéritos ou para o estudo proposto, pois, para se obter essas informações, é necessário o uso de ferramentas como mergulho, ROV, métodos geofísicos, dentre outros, o que exige um investimento financeiro e uma mão de obra especializada, dificultando a obtenção e o monitoramento dessas unidades.

Considerando a gama de estudos já existentes nas áreas da Plataforma Continental da Baía do Espírito Santo, em especial, nas áreas correspondentes à foz do Rio Doce, e às Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, observa-se que as condições ambientais destas regiões variam não somente pelas próprias condicionantes naturais, mas também são função das diversas atividades industriais que ocorrem tanto *onshore* como *offshore*.

Os estudos mostram que, mesmo com a alta atividade exploratória de recursos minerais, o ambiente se apresenta, ou mesmo se renova, para dar condições favoráveis à vida marinha, considerando todas as etapas vitais para as espécies, desde a reprodução ao recrutamento. A exemplo disso pode ser citado um dos maiores acidentes ambientais ocorridos naquela região, o desastre de Mariana, ocorrido em novembro de 2015, que resultou em grande dispersão de material de rejeito mineral na plataforma continental a partir da descarga fluvial do Rio Doce. A série de estudos voltados para este acidente revelou a rápida recuperação do ambiente marinho, em se tratando dos níveis de concentrações de metais mais prejudiciais à vida marinha, além dos níveis de nutrientes e efeitos sobre as faunas da massa d'água e do substrato.

O estudo em especial referente ao projeto “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”

mostrou que as condições ambientais para a proliferação e vida das espécies marinhas são favoráveis; e que, na área das Unidades de Conservação, existem pelo menos dois mega-*habitats*, quando considerada uma escala de mapeamento menos detalhada para *habitats* marinhos, a plataforma continental, representada por um relevo mais suave e superfícies mistas rugosas a lisas entre os sedimentos e estruturas de recifes rochosos; e o talude continental, no qual não foi estudado no projeto em questão.

Nos *habitats* das Unidades de Conservação compostos por substratos inconsolidados, o tipo e a composição do sedimento de fundo, que definem as fácies sedimentares, são mais importantes na distribuição da fauna e flora marinhas do que as condições hidrodinâmicas, que definem alguns dos meso e macro-*habitats* marinhos mapeados, caracterizados por marcas onduladas no substrato.

Nos *habitats* areno-argilosos mais próximos da linha de costa, e que possuem marcas onduladas de fundo, a distribuição quantitativa de indivíduos da fauna e flora é bem menor do que nos *habitats* com sedimentos cascalhos, e que apresentam as mesmas marcas onduladas no substrato. Em adição, os bancos de rodolitos, que definem um fácies sedimentar e um só tipo de *habitat* marinho, entre o fundo inconsolidado, apresentou maior preferência na distribuição de organismos da fauna e flora marinhas bentônicas.

Os recifes rochosos, tanto submersos quanto os entremarés, também apresentaram rica distribuição de organismos da fauna e da flora marinhas, sobretudo aos pertencentes à ictiofauna. Já os canais submersos, compostos por uma variedade maior de sedimentos, como os biolitoclásticos, bioclásticos e rodolitos, também exprimiram riqueza entre organismos da fauna bentônica e demersal.

Vale ressaltar que a relação da ocorrência dos organismos com certo tipo de substrato ou fundo não exclui totalmente a ocorrência em outros tipos, tendo em vista que a ocorrência de determinados organismos está ligada com sua capacidade de resiliência às variações físicas, químicas e biológicas do meio e/ou impactos ambientais ocorridos na área estudada, como os que ocorrem na área mais pobre em espécies nas áreas das UCs, correspondente as isóbatas de -10 a -40 metros, caracterizadas pelo substrato areno-argiloso. Segundo os dados AQUA (2013) *apud* Chagas (2014), só neste setor mais costeiro, dentro das áreas das UCs, o número de pescadores varia de 70 a 100 contra uma variação de 50 a 60 das outras áreas mais profundas, correspondentes às profundidades acima de 40 metros na APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz. Estima-se que uma das principais causas da pobreza em organismos marinhos, em especial os da ictiofauna, na porção mais costeira da APA Costa das Algas e principalmente da RVS de Santa Cruz, é a pesca predatória ou esforço de pesca, que acaba esgotando o recurso pesqueiro naquela região.

No que diz respeito ao RVS de Santa Cruz, de acordo com os dados analisados, a área se mostrou com aspectos de degradação e uma das áreas mais impactadas, necessitando pesquisas mais aprofundadas, a fim de identificar o nível de degradação, o que servirá como base para futuro Plano de Manejo, já que uma das atividades mais recorrentes é a pesca por arrasto.

Em se tratando da elaboração de um Plano de Manejo, deverão ser reavaliados os usos permitidos nas unidades, descritos em sua Lei de Criação, para que esteja em

consonância com a Lei do Sistema de Unidades de Conservação (SNUC), garantindo, assim, a preservação das Unidades e manutenção dos seus serviços ecossistêmicos.

Ainda sob a perspectiva da criação do Plano de Manejo, recomenda-se que sejam priorizadas cada vez mais parcerias e/ou pactos de cooperação entre os órgãos e a área acadêmica. Dessa forma, os gestores ambientais terão acesso aos dados de qualidade para nortear as ações definidas nos planos para as UCs.

Os constantes levantamentos e estudos nas Unidades de Conservação podem ajudar na compreensão da importância destas áreas para a preservação e manutenção da vida marinha, bem como na diminuição ou extinção de atividades predatórias.

Ademais, será possível associar os *habitats* e os serviços oferecidos por estes ecossistemas costeiros e marinhos, propiciando, assim, um sistema gestor de gestão com medidas mais efetivas na conservação e manejo das UCs, contribuindo significativamente quando da elaboração dos Planos de Manejos das Áreas de Proteção.

REFERÊNCIAS

BASTOS, A.C; GRILO, C. F; RODRIGUES, D; COSTA, E, S; SÁ, F; PERASSOLI, F; BONI, G, C; LÁZARO, G; LEMOS, K; LEITE, M. D; BANDEIRA, M; CAGNIN, R. C; BISI-JÚNIOR, R; SERVINO, R; ROSSI, R; MARTINS, T. **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 Soloncy Moura.** Relatório Técnico Parcial. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Departamento de Oceanografia e Ecologia. 24p. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o desenvolvimento sustentável. **Passo a passo da agenda 21.** Brasília: MMA, 2005. 56 p.

CHAGAS, L.P. **Aplicação de indicadores socioambientais para gestão da atividade pesqueira praticada na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz.** Trabalho de conclusão (Mestrado). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. xv, 125 f. : il. 28cm. 2014.

COUTINHO, P.N. **Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil.** Relatório do Programa REVIZEE (1995-2000), Oceanografia Geológica. Brasília, DF: FEMAR/ SECIRM/MMA, 138 p. 2005.

CUNHA, T.P. **Monitoramento de Elementos Traço em Amostras de Sedimento das Praias Adjacentes à Foz do Rio Doce.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo .Centro de Ciências Exatas Programa de Pós-Graduação em Química. 61p. 2018.

FAURG. **Análise de Contaminantes (Metais). Relatório Técnico-Científico Contrato 105/2016.** Fundação de Apoio À Universidade do Rio Grande – FAURG. 2016.

FROEHNER, S.; MARTINS, R.F. Avaliação da composição química de sedimentos do Rio Barigüi na Região Metropolitana de Curitiba. **Quim. Nova**, v. 31, n. 8, p. 2020-2026, 2008.

LAVRADO, H.P; SALLORENZO, I; BERENQUER, V; VELOSO, V.G. **Macrofauna bentônica da plataforma continental da Bacia do Espírito Santo e porção norte da Bacia de Campos.** Projeto AMBES (Caracterização Ambiental da Bacia do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos) Petrobras. 2015.

LONGO, L.L.; AMADO-FILHO, G.M. Knowledge of Brazilian benthic marine fauna throughout time. **Hist Ciênc Saúde Manguinhos**. 2014;21:995–1010. doi:10.1590/S0104-59702014000300011. 2014.

MAIA, L.P.; CASTELO-BRANCO, M.P.N.; SOARES, R.S.; CATUNDA, B.N.; BASTOS, A.C.; LEAL, C.A.; MARCON, H.M. **Sedimentologia da Margem Continental da Bacia do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos**. Projeto AMBES (Caracterização Ambiental da Bacia do Espírito Santo e Norte da Bacia de Campos) Petrobras. Capítulo Sedimentologia. 2015.

MIRANDA FILHO, A.L.; MOTA, A.K.M.; CRUZ, C.C.; MATIAS, C.A.R.; FERREIRA, A.P. Cromo hexavalente em peixes oriundos da Baía de Sepetiba no Rio de Janeiro, Brasil: uma avaliação de risco à saúde humana. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 3, P. 200-209, 2011.

NEVES, S.B. **Estrutura da fauna bentônica de rodólitos e sedimento depositados nos recifes lateríticos na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas, Aracruz-ES**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo. 77 f. : il. 2015.

ROMERO, T.B. **Metais em Sedimentos do Estuário do Rio Doce (ES) Após Rompimento da Barragem Em Mariana (MG)**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2017.

SILVA, A.E.; BASTOS, A.C. 2013. Aspectos morfológicos e sedimentológicos da plataforma continental ao longo de um trecho com aporte sedimentar distinto. **XIV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, 2013.

SOBRE OS ORGANIZADORES

LUIZ FERNANDO LOUREIRO FERNANDES - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (1988), mestrado em Marine Sciences - University of San Diego (1991) e doutorado em Oceanografia - Texas A&M University (1996). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Espírito Santo. Atua nas áreas de Oceanografia, Aquicultura e Ciências Ambientais, com ênfase em Interação entre os Organismos Marinhos e os Parâmetros Ambientais, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia do zooplâncton, ecotoxicologia, cultivo de organismos marinhos e bioecologia de crustáceos decápodos.

LUÍS PARENTE MAIA - Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (1989), mestrado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (1993), especialização em Gestão e Vulnerabilidade Costeira pela Universidade Politecnica da Catalunha (1996) e doutorado em Ciências do Mar - Universidade de Barcelona (1998). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Ceará, atuando nos cursos de pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais e Engenharia de Pesca, e editor das Revistas Arquivo de Ciências do Mar e de Geologia. Exerceu o cargo de Diretor do Instituto de Ciências do Mar-Labomar/UFC entre 2003-2014. Tem experiência na área de Oceanografia Geológica, com ênfase em Geologia Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Dunas, estuários, praias, impactos ambientais e gestão integrada da zona costeira.

FRANCISCO GLEIDSON DA COSTA GASTÃO - Graduado em Geologia pela Universidade Federal do Ceará-UFC (2008). Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais pelo Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) - UFC. Doutor em Ciências Marinhas Tropicais pelo Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) – UFC. É Técnico em Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: sedimentologia, geologia costeira, dinâmica costeira, oceanografias geológica e física, sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m

 www.arenaeditora.com.br

 contato@arenaeditora.com.br

 [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)

 www.facebook.com/arenaeditora.com.br

 Atena
Editora

Ano 2021

Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 Atena
Editora

Ano 2021