



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**LÍDIA TORQUATO DA SILVA**

**MAPEAMENTO DE HABITATS COMO SUBSÍDIOS AO PLANO DE MANEJO DE  
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MARINHAS: O CASO DA APA COSTA DAS  
ALGAS E REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DE SANTA CRUZ (BRASIL).**

FORTALEZA

2020

LÍDIA TORQUATO DA SILVA

MAPEAMENTO DE HABITATS COMO SUBSÍDIOS AO PLANO DE MANEJO DE  
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MARINHAS: O CASO DA APA COSTA DAS ALGAS  
E REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DE SANTA CRUZ (BRASIL).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Análise de Impactos Ambientais das Regiões Costeiras e Oceânicas.

Orientador: Prof. Dr. Luís Parente Maia.  
Coorientador: Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- D11m da Silva, Lídia Torquato.  
Mapeamento de habitats como subsídios ao plano de manejo de unidades de conservação marinhas : o caso da APA Costa das Algas e refúgio da vida silvestre de Santa Cruz (Brasil) / Lídia Torquato da Silva. – 2020.  
77 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2020.  
Orientação: Prof. Dr. Luís Parente Maia.  
Coorientação: Prof. Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão.
1. APA Costa das Algas. 2. RVS de Santa Cruz. 3. habitats. 4. unidade de conservação marinha. 5. plano de manejo. I. Título.
- 

CDD 551.46

LÍDIA TORQUATO DA SILVA

MAPEAMENTO DE HABITATS COMO SUBSÍDIOS AO PLANO DE MANEJO DE  
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO MARINHAS: O CASO DA APA COSTA DAS ALGAS  
E REFÚGIO DA VIDA SILVESTRE DE SANTA CRUZ (BRASIL).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Análise de Impactos Ambientais das Regiões Costeiras e Oceânicas.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luís Parente Maia (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Francisco Gleidson da Costa Gastão (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Sérgio Bezerra Lima Júnior  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, minha família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio “Cassiano Antônio De Moraes” (FUCAM) e à Petrobras, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. Luís Parente, pela excelente orientação, ensinamentos e dedicação.

Ao meu coorientador Francisco Gleidson Gastão por toda a ajuda, pelas dúvidas sanadas e pela amizade ao longo dessa jornada e aos participantes da banca examinadora pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao professor Francisco Hiran Costa, que sempre me incentivou e me apoiou para que eu realizasse o mestrado. Sem o seu apoio eu não estaria aqui realizando essa conquista.

Aos professores Dr. Marcelo de Oliveira Soares e Prof. Dr. Vicente Faria, por terem contribuído durante a fase da qualificação para o estudo, e por sempre se mostrarem prestativos e dando suporte nos momentos necessários.

Aos meus pais, Solange Torquato e José Batista, pelo amor, apoio, pela vida e o amor incondicional. Às minhas irmãs Lígia e Lívia, e ao meu tio Batista pelo apoio, carinho e amparo em fases críticas de minha caminhada.

A meu esposo Fernando Ferraz, pelo apoio psicológico e emocional em todas as horas nessa etapa e em todos os momentos da minha jornada.

A minha cunhada Joana Ferraz, pela companhia e pelo apoio diário e a minha sogra Eneida Ferraz, pelo exemplo de força feminina que ela representa.

Aos meus amigos de mestrado, Carolina Bracho, Marina Mendonça, Jhones Lima, pelas reflexões, críticas, sugestões recebidas e pela amizade durante essa jornada

Aos meus companheiros subaquáticos Marcus Davis, Carlos Santana, Sandra Vieira, pelo apoio e companheirismo, pela amizade durante essa jornada. Sem vocês tudo ficaria mais difícil.

Ao Núcleo São José e a todos os meus amigos por cada encontro, conversas e momentos de alegria, em especial a minha querida Neleen, um anjo que cuida de minha caminhada espiritual, me guiando e se doando por um bem maior.

“Haja mal tempo ou força contrária, eu nasci  
para ser feliz.”

Lilian Alves

## RESUMO

A partir da iniciativa da sociedade civil, por meio de ONGs, associações comunitárias, representantes do setor pesqueiro e moradores, foi criada, por Decreto Federal, a APA Costa das Algas e o Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, em 18 de junho de 2010, no estado do Espírito Santo. A criação decorreu, principalmente, por se tratar de uma região com grandes variedades fisiográficas e ocorrência predominante de sedimentos carbonáticos, incluindo banco de rodolitos e areias biodetríticas. O objetivo do presente estudo é utilizar o conceito de habitats para a elaboração e caracterização de mapas temáticos das duas unidades ambientais: a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e o Refúgio de Vida Silvestre (RVS) de Santa Cruz, para que possam vir a ser utilizados para a elaboração dos Planos de manejo. Metodologicamente, foram definidos 50 pontos distribuídos em uma área de 1580.330 km<sup>2</sup>, na qual foi realizada o reconhecimento através de filmagens realizadas por um veículo controlado remotamente (ROV) que, então, foram analisadas para se obter a verdade de campo. A partir da interpretação de todas as informações obtidas, juntamente com o levantamento de dados geofísicos e coleta de amostras de sedimentos, realizados pelo Projeto ‘Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m’, obtivemos doze diferentes tipos de habitats que compõem o mapa temático. Assim, a soma do levantamento de todos estes atributos irá produzir uma carta com todos os habitats das unidades de conservação em estudo, possibilitando a associação dos habitats e dos ecossistemas costeiros e marinhos. Com isso, será possível estabelecer a diferenciação de intensidade de uso mediante seu zoneamento, visando à proteção de recursos naturais e culturais. Esse levantamento poderá ser utilizado como ferramenta na elaboração dos Planos de Manejo das duas unidades de conservação, para que ocorra a prática efetiva dos objetivos estabelecidos na sua criação, bem como sua gestão com medidas mais efetivas na conservação e manejo, baseada no seu desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** APA Costa das Algas; RVS de Santa Cruz; habitats; unidade de conservação marinha; plano de manejo.

## RESUMO

From the initiative of civil society, through NGO, community associations, representatives of the fishing sector and residents, the APA Costa das Algas and the Wildlife Refuge of Santa Cruz was created by Federal Decree on June 18, 2010, in Espírito Santo. The rearing occurred mainly because it is a region with large physiographic varieties and predominant occurrence of carbonate sediments, including rhodolith bank and biodetritic sands. The aim of this study is to use the concept of habitats for the elaboration and characterization of thematic maps of the two environmental units: the Environmental Protection Area (APA) Algae Coast and the Wildlife Refuge (RVS) of Santa Cruz, so that they can be used for the elaboration of management plans. Methodologically, 50 points distributed in an area of 1580,330 km<sup>2</sup> were defined, in which recognition was performed through filming by a remotely controlled vehicle (ROV), which was then analyzed to obtain the field truth. From the interpretation of all the information obtained, together with the survey of geophysical data and collection of sediment samples, carried out by the Project 'Detailed Study of the Ocean Bed inside the RvS of Santa Cruz, APA Costa das Algas and Immediate Surroundings of 2000m', we obtained twelve different types of habitats that make up the thematic map. Thus, the sum of the survey of all these attributes will produce a chart with all the habitats of the conservation units under study, enabling the association of habitats and coastal and marine ecosystems. With this, it will be possible to establish the differentiation of intensity of use through its zoning, aiming at the protection of natural and cultural resources. This survey can be used as a tool in the elaboration of the Management Plans of the two conservation units, so that the effective practice of the objectives established in its creation occurs, as well as its management with more effective measures in conservation and management, based on its sustainable development.

**Palavras-chave:** APA Costa das Algas; SVR of Santa Cruz; habitats; marine conservation unit; management plant.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa de localização e delimitação das Unidades de Conservação .....	16
Figura 2	– Unidades de Conservação APA Costa das Algas e a RVS de Santa Cruz .....	18
Figura 3	– Localização dos pontos nas áreas das Unidades de conservação .....	24
Figura 4	– Mapa da distribuição dos teores de CaCO <sub>3</sub> no sedimento de superfície do leito oceânico dentro da Unidade de Conservação .....	29
Figura 5	– Mapa de distribuição da granulometria dentro da Unidade de Conservação .....	29
Figura 6	– Ambientes de sedimentação de acordo com a distribuição dos sedimentos de composições siliciclásticas terrígenas e carbonáticas marinhas .....	31
Figura 7	– Distribuição das zonas hidrodinâmicas com base na localização das marcas onduladas de fundo .....	32
Figura 8	– Mapas dos habitats marinhos .....	33
Figura 9	– Fauna associada aos habitats marinhos situados no ambiente de sedimentação siliciclásticos terrígenos .....	36
Figura 10	– Fauna e flora associadas aos habitats marinhos situados no ambiente de sedimentação carbonática .....	40
Figura 11	– Fauna e flora marinhas associadas aos habitats relacionados aos canais e recifes submersos e expostos .....	43
Figura 12	– Espécies mais abundantes registradas nos censos visuais no do habitat Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário no inverno de 2017.....	44
Figura 13	– Cardume de <i>Abudefduf saxatilis</i> e <i>Anisotremus surinamensis</i> nos recifes costeiros de Putiri/Barra do Saí do habitat Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário .....	44
Figura 14	– Percentual médio de cobertura em cinco terraços de abrasão do habitat She[a-r, a-g]1C - Exposed rocky reefs with red and green algae no litoral norte do Espírito Santo .....	46

Figura 15 – Exemplos de organismos encontrados em cinco terraços de abrasão do habitat She[a-r, a-g]1C – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes no litoral norte do Espírito Santo .....	47
Figura 16 – Pluma de sedimentos na área da APA Costa das Algas ao sul do rio PiraquêAçu .....	50
Figura 17 – Área localizada na RVS (área de proteção integral) sem atividade biológica, coberta por sedimento do tipo lamoso no ponto 11 .....	50
Figura 18 – Consolidação das áreas totais afetadas pelas plumas de alta e baixa concentração de todos os mapas produzidos entre 03/12/2015 e 03/02/2017	51
Figura 19 – Distribuição dos rodólitos encontrados nas UCs .....	54
Figura 20 – Área na RVS com características de recuperação, indicando o soterramento por sedimentos finos .....	59
Figura 21 – Presença de estruturas de bioturbação, em grandes quantidades .....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ordem, características e identificação dos caracteres utilizados para a classificação de habitats marinhos proposta por Greene <i>et al.</i> (2007) .....	22
Tabela 2 – Coordenadas dos pontos de amostragem, profundidade e descrição da amostra de sedimentos .....	25
Tabela 3 – Pontos selecionados para realização de mergulhos .....	60

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	METODOLOGIA .....	16
2.1	Área de estudo .....	16
2.2	Coleta de dados .....	17
2.2.1	<i>Amostragem de sedimento e análises sedimentológicas</i> .....	19
2.2.2	<i>Morfologia do fundo marinho</i> .....	19
2.2.3	<i>Amostragem e identificação da macrofauna bentônica</i> .....	20
2.2.4	<i>Imageamento do fundo marinho com ROV</i> .....	20
2.2.5	<i>Interpretação e modelagem de dados, classificação e habitats marinhos</i> .....	20
2.3	Verdade de Campo .....	23
3	RESULTADOS .....	25
3.1	Habitats marinhos mapeados .....	30
3.1.1	<i>Ambientes de Sedimentação e Zonas Hidrodinâmicas</i> .....	30
3.1.2	<i>Ss (LT)w1 – Sedimento Lamoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo</i> .....	34
3.1.3	<i>Ss (LT)w1 – Sedimento Arenoso não Consolidado</i> .....	34
3.1.4	<i>Ss(AL)w1 – Sedimento Arenoso não Consolidado com Marcas Onduladas de fundo</i> .....	35
3.1.5	<i>Ss(AB)1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado</i> .....	37
3.1.6	<i>Ss(AB)w1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo</i> .....	37
3.1.7	<i>Ss(AB)1A – Sedimento Cascalhoso não Consolidado</i> .....	38
3.1.8	<i>Ss(AB)w1A – Sedimento Cascalhoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo</i> .....	38
3.1.9	<i>Ss(R)[a-r]1B – Seixos Carbonáticos com Algas Vermelhas (Rodólitos)</i> .....	39
3.1.10	<i>Ss(R, A, AB)g2 – Sedimento Inconsolidado em Canal</i> .....	41
3.1.11	<i>Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes Rochosos Submersos com Algas Vermelhas e Coral Calcário</i> .....	41
3.1.12	<i>Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes Rochosos Submersos com Algas Vermelhas e Coral Calcário</i> .....	42
4	DISCUSSÃO .....	48

<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No âmbito internacional, a *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) 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” (IUCN, 1994).

Dois propósitos principais norteiam a criação dessas áreas: proteção de habitats e da biodiversidade, bem como, a colaboração com o manejo sustentável da pesca através 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).

De acordo com relatório de Áreas Protegidas do Planeta, a cobertura mais ampla alcançada em nível regional é para a América Latina e o Caribe, onde 4,85 milhões de km<sup>2</sup> (24%) de terra estão protegidos. Portanto, metade (2,47 milhões de km<sup>2</sup>) de toda a área protegida da região fica no Brasil, tornando-a a maior rede nacional de áreas protegidas terrestres do mundo (UNEP, 2016).

Um dos instrumentos utilizados em diversos países, com o intuito de proteger as espécies marinhas e os seus habitats, é preservando áreas ecologicamente importantes, através da criação de áreas protegidas. Nesse sentido, a legislação brasileira prevê a criação de diferentes categorias de Unidades de Conservação (UC), de acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Brasil, 2000).

Segundo o mesmo instrumento legal, as unidades de conservação brasileiras são agrupadas em duas classes: de proteção integral e de uso sustentável. As primeiras têm por objetivo manter os ecossistemas livres de quaisquer alterações causadas por interferências humanas, onde é admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais. Logo, as categorias integrantes dessa classe são: Estação Ecológica (categoria I), Reserva Biológica (categoria II), Parque Nacional (categoria III), Monumento Natural (categoria IV) e Refúgio da Vida Silvestre (categoria V) (Brasil, 2000).

Nas unidades classificadas como de uso sustentável, são admitidas a exploração do ambiente de forma socialmente justa e economicamente viável, ou seja, é permitido maior grau de intervenção humana (Brasil, 2000). As categorias compreendidas nessa classe são: Área de

Proteção Ambiental (categoria I), Área de Relevante Interesse Ecológico (categoria II), Floresta Nacional (categoria III), Reserva Extrativista (categoria IV), Reserva de Fauna (categoria V), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (categoria VI), e Reserva Particular do Patrimônio Natural (categoria VII).

Apesar de o Brasil possuir um dos maiores sistemas de áreas protegidas do mundo, somente uma pequena porção deste sistema protege os ambientes marinhos. Das 998 UC Federais, somente 173 possui Plano de Manejo. Este dado mostra um cenário preocupante, tendo em vista que se trata de um documento norteador para a gestão efetiva dessas áreas, sendo a principal ferramenta de planejamento e direcionamento das ações dentro da unidade.

O Brasil possui uma extensão litorânea de 8.500 km e uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 3.540.000 km<sup>2</sup> (CNUDM, 1997), que, segundo Ferreira Neto (2010), caracteriza-se como zona com fins de exploração econômica e pesquisa científica. 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).

Apesar de possuir cerca de 400 km de linha de costa, o Estado do Espírito Santo não possuía nenhuma Unidade de Conservação Marinha até o ano de 2010. Esta unidade foi, então, criada em 18 de junho de 2010, a partir da iniciativa da sociedade civil, por meio de ONGs; associações comunitárias; representantes do setor pesqueiro e moradores; assim como, através de Decreto Federal para a APA (Área de Proteção Ambiental) Costa das Algas e o a RVS (Refúgio de Vida Silvestre) de Santa Cruz

Segundo Coutinho (2000), a partir da 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, APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz. Estas unidades, segundo Brasil (2006), correspondem a uma região de ocorrência de grande variedade de macroalgas marinhas, calcárias e não calcárias. As mesmas proporcionam substrato, abrigo e alimentação para diversificada fauna bentônica demersal e pelágica, além de sedimentos biolitolásticos e litoclásticos, que proporcionam a formação de um mosaico de ambientes do fundo marinho (Longo; Amado Filho, 2014) com características bióticas e abióticas distintas.

Silva e Bastos (2013) mencionam que boa parte dos sedimentos litoclásticos existentes na plataforma continental correspondente às UCs é oriunda do Rio Doce. Este sistema fluvial é 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.

Portanto, o conhecimento dos ambientes marinhos e a delimitação de áreas com as mesmas características geológicas e oceanográficas, através de mapeamento direto e indireto, se tornam importantes não só para o entendimento do potencial do hábitat para determinados organismos animais e vegetais (Greene *et al.* 2007), mas também servem como pré-requisito crítico para a tomada de decisões atuais e futuras dentro das políticas de gestão do ambiente marinho (Andersen *et al.* 2018) e sua proteção (Pitcher *et al.* 2016).

Segundo a *European Nature Information System* (EUNIS) (2012) habitats são classificados hierarquicamente de acordo com os fatores abióticos e bióticos. Estes locais são dimensionados a partir de um conjunto de parâmetros físicos e biológicos, como por exemplo, características do substrato e zonas biológicas. A definição clássica de habitats proposta por Begon, Harper e Townsend (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 a sobrevivência, ou até mesmo a reprodução daqueles organismos.

Os estudos sobre habitats marinhos mostram que a fisiografia, a profundidade, a dureza do substrato, a textura do sedimento, morfologia de fundo, bem como a biologia associada são amplamente utilizadas para a classificação e mapeamento (Jones; Syms, 1998; Greene *et al.*, 1999; Yoklavich *et al.*, 2000; Kenny *et al.*, 2003; Kendall *et al.*, 2005; Greene *et al.*, 2007; Moura *et al.*, 2009; Amado-Filho; Pereira-Filho, 2012; Secchin *et al.*, 2013; Wölfl *et al.*, 2014; Parry *et al.*, 2015). Love *et al.* (2006) destacam que a geologia, o tipo e as formas do substrato, bem como a textura da área representada pelos sedimentos e processos de sedimentação, são fatores abióticos responsáveis, na maioria das vezes, pela distribuição e abundância de determinados organismos demersais e bentônicos marinhos.

Face ao exposto, a prática de mapeamento de habitats marinhos em todo mundo vem sendo feita, nas últimas décadas, a partir da utilização de métodos universais que englobam aplicações de ampla variedade instrumental e metodológica. Estes métodos evoluíram com o objetivo de mapear o fundo marinho, a partir do 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 uma ferramenta potencial 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; Wöfl *et al.*, 2014) trazem bom resultados de verdade de campo, favorecendo um mapeamento mais preciso da distribuição dos habitats, com base nas observações *in situ* das condições bióticas e abióticas. É válido ressaltar a importância da utilização da sedimentologia (Wöfl *et al.*, 2014) como parte complementar do conhecimento geológico e textural do fundo marinho no mapeamento de habitats.

Deste modo, a biodiversidade dos habitats marinhos, que reflete a riqueza ou o número de espécies, é o resultado de um processo de 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 nunca podem ser recuperadas, uma vez que os passos de um processo evolutivo a ser repetido desaparecem juntamente com o genoma de espécies únicas. Desta forma, cada espécie é uma parte essencial de um habitat, no qual ocorrem as interações de espécies com o ambiente físico e com as outras espécies coexistentes.

À medida que esses habitats são impactados de forma irresponsável, o meio ambiente vai sendo prejudicado com a biodiversidade perdida, em termos ecológicos, espaciais e temporais. O conhecimento da composição biótica, relacionado aos fatores que influenciam na ocorrência e distribuição da mesma, é uma importante ferramenta 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) pode ser considerado incipiente.

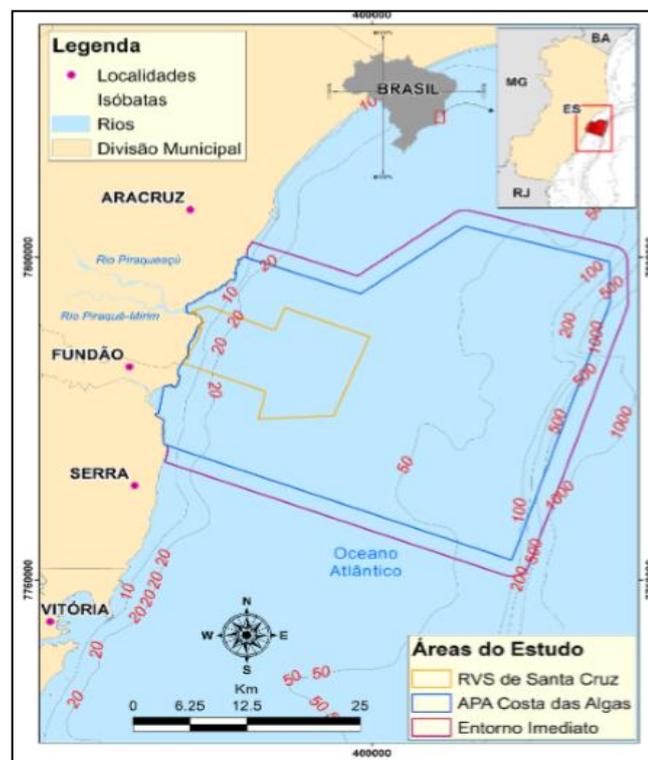
Neste contexto, o presente estudo, que é parte do Projeto de Pesquisa “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”, tem como objetivo mapear os habitats marinhos das UCs localizadas no estado do Espírito Santo, costa sudeste do Brasil. O mapeamento foi conduzido a partir de informações sobre o tipo, distribuição e geoquímica dos sedimentos de fundo, bem como registros de imagens do fundo por ROV e dados da fauna bentônica no nível taxonômico do Filo. A partir de então, foi realizada uma associação com as informações obtidas através dos dados primários, para que então fosse gerado o Mapa de Habitats, a ser utilizado como subsídio na gestão e manejo das UCs estudadas.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

Com uma área de aproximadamente 114.931 hectares (Figura 1), a APA Costa das Algas abrange a Plataforma Continental marinha na região confrontante aos municípios da Serra, Fundão e Aracruz, no estado do Espírito Santo. A região fica entre as localidades de Costa Bela – Jacaraípe, no município da Serra, assim como, a Barra do Riacho, no município de Aracruz, desde a linha de costa até a base do Talude em profundidades aproximadas de 700 m. A RVS de Santa Cruz, com aproximadamente 17.741 ha, abrange a Plataforma Continental marinha 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. Esta localidade é 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.

Figura 1 - Mapa de localização e delimitação das Unidades de Conservação.



Fonte: Petrobras (2017)

O clima predominante na área é quente e chuvoso tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23°C durante boa parte do ano (MMA, 2005). A faixa litorânea acumula precipitações de 1000 mm durante o ano e exercem forte influência na descarga fluvial dos rios da região, como no Rio Doce localizado ao norte da área, bem como, nos rios Piraquê-Açu, Piraquê-Mirim e Reis Magos que desaguam nas áreas das UCs.

A criação da APA Costa das Algas e da RVS de Santa Cruz decorreu, principalmente, por se tratar de uma região com grande variedade de fisionomias do relevo submarino e ocorrência predominante de sedimentos biodetríticos e biolitoclásticos. Também há presença 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 profundidade próxima aos 100 metros, no caso das laminarias. Este cenário, portanto, proporciona substrato, abrigo e alimentação para diversificada fauna bentônica, demersal e pelágica, na região (Brasil, 2006).

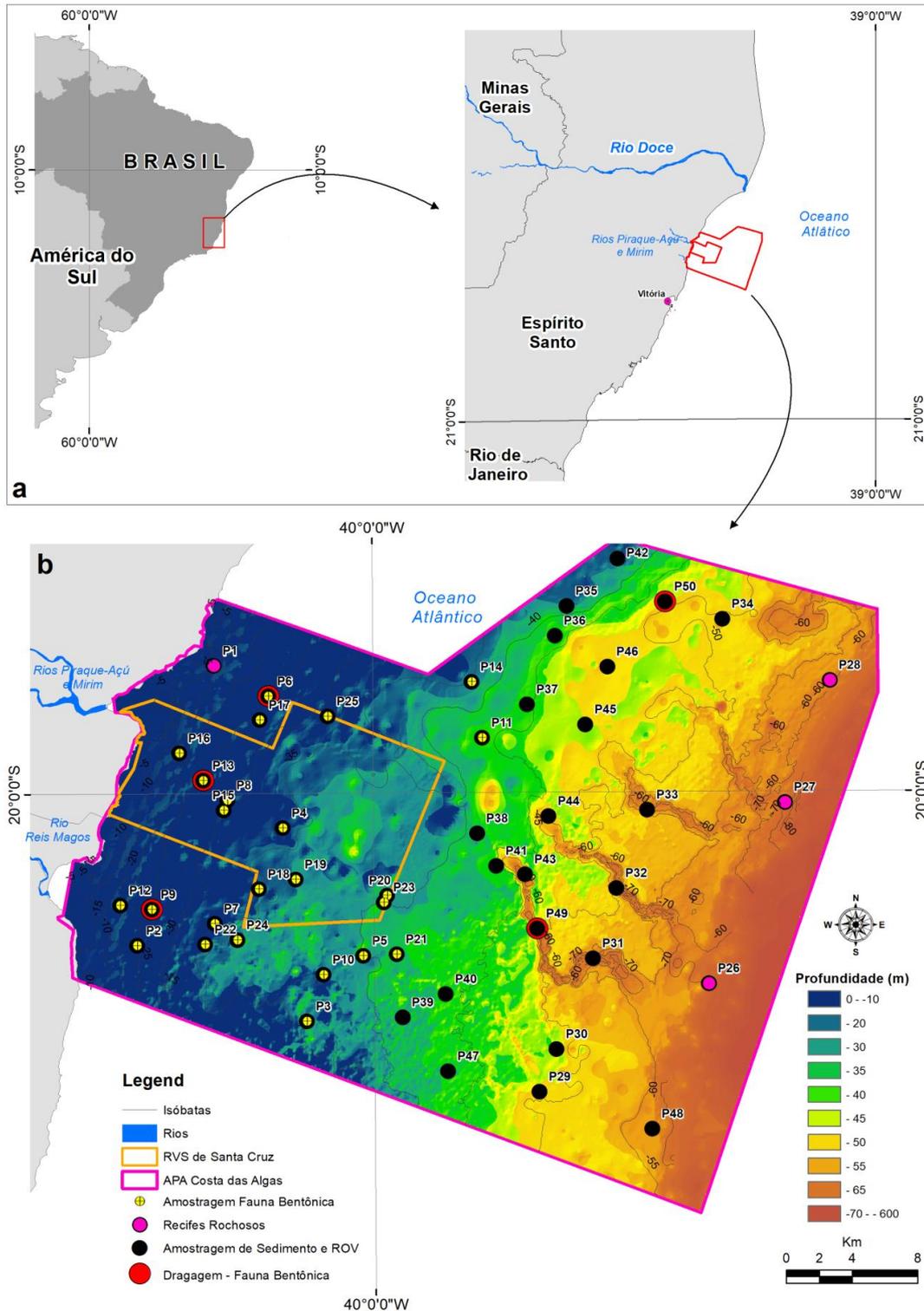
## **2.2 Coleta de dados**

A área de estudo compreendeu as Unidades de Conservação APA Costa das Algas e a RVS de Santa Cruz, delimitadas desde a linha de costa até o talude continental do Estado do Espírito Santo (Figura 2a).

A coleta dos dados primários foi realizada pelo Projeto ‘Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m’. Para isto, foram definidos 50 pontos distribuídos em uma área de 1580.350 km<sup>2</sup>, onde foi realizado o reconhecimento da área marinha por métodos geofísicos, para identificação das formas (*Multibeam*), fácies acústicas associadas (*Side Scan*) e evolução (*Chirp* e *Boomer*). Posteriormente, foi realizada a análise de filmagens obtidas por um veículo controlado remotamente (ROV), que proporcionou dados da Verdade de Campo para, em seguida, ser realizada a coleta de amostras de sedimentos.

As coletas foram realizadas a bordo da embarcação Abaete, durante o período de verão, entre os anos de 2017 e 2018, nas áreas das UCs. O plano de aquisição para a coleta dos dados da Verdade de Campo consistiu em realizar todo o imageamento com ROV antes da coleta do sedimento, totalizando 566,78 minutos de filmagens. Dessa forma, a campanha foi dividida em duas pernas, na qual na primeira foram registradas em imagens todas as 50 estações e, na segunda, foram coletados os pontos de sedimentos para análises sedimentológicas (Figura 2b).

Figura 2 - Unidades de Conservação APA Costa das Algas e a RVS de Santa Cruz



a - Localização da área de estudo e das UCs na costa sudeste do Brasil. b - Pontos de amostragem de sedimento, macrofauna bentônica, arrasto e imageamento com ROV sobre batimetria (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: Petrobras (2017).

### **2.2.1 Amostragem de sedimento e análises sedimentológicas**

As análises sedimentológicas das amostras foram classificadas quanto ao tamanho predominante do grão, segundo a escala de classificação granulométrica de Udden-Wentworth (Wentworth, 1922 *apud* Suguio, 1973), teores de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e matéria orgânica (MO) (Loring; Rantala, 1992). As amostras foram analisadas pelo Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Para a coleta das amostras foi utilizada uma draga do tipo Van Veen, com área de 0,15 m<sup>2</sup> e volume amostral de 5 litros (5x10<sup>-3</sup>). As mesmas foram acondicionadas de forma que não perdessem suas propriedades químicas e geológicas, e identificadas conforme as características sedimentares, com o objetivo de definir a origem da sedimentação: continental (terrígena) ou marinha (carbonática) e a ecologia das espécies bentônicas associadas. A realização de arrastos na área mais rasa e dragagens na área profunda acoplaram os recursos pesqueiros associados, gerando os dados apresentados na Tabela 1, que posteriormente foram comparados com a verdade de campo obtida pelas imagens do ROV.

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, foram interpretadas pelo *software* ANASED 5.0, quando foi feita a classificação granulométrica, de acordo com Wentworth (1922), para as classes de seixos/granulo (>4 e 2 mm), areia (>64 µm a <2 mm) e lama (<64 µm). A determinação dos teores de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e matéria orgânica (MO) foi feita utilizando os métodos gravimétrico (Loring; Rantalla 1992) e calcinação (Davies 1974), respectivamente.

### **2.2.2 Morfologia do fundo marinho**

A morfologia do fundo marinho foi interpretada a partir da interpolação dos dados batimétricos monofeixe 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”. Também foram utilizadas informações sobre a morfologia de fundo dos trabalhos de Boni *et al.* (2018) e Vieira *et al.* (2018). Tais pesquisas foram realizadas na mesma área de estudo do presente trabalho, oriundas do mesmo projeto de pesquisa supracitado.

### **2.2.3 Amostragem e identificação da macrofauna bentônica**

A amostragem da fauna bentônica foi feita em 25 pontos, através de uma draga Van Veen em triplicata, onde o substrato foi composto, em sua maioria, pelas frações areia e lama. Também foram feitos cinco arrastos de fundo entre as profundidades de 25,4 e 51 m (Fig. 1b), a fim de caracterizar a macrofauna bentônica no nível taxonômico do Filo.

No Laboratório de Zoobentos do Labomar/UFC foi realizada a análise da macrofauna bentônica, seguida das etapas de lavagem, triagem e contagem sob microscópio estereoscópico. Os dados quantitativos dos exemplares por Filo foram, então, colocados em planilha eletrônica para permitir as análises da comunidade bentônica da área estudada. Os dados de cada réplica (uma parte da triplicata) foram somados completando a abundância do total de exemplares para cada estação. Nesta ocasião, foram identificados organismos dos Filos *Bryozoa*, *Arthropoda* (*Crustacea*), *Annelida* (*Polychaeta*), *Cnidaria*, *Mollusca*, *Nemertea*, *Nematoda*, *Echinodermata*, *Sipuncula*, *Echiura*, *Entoprocta*, *Chordata* (*Urochordata*), *Porifera* e *Entoprocta*.

### **2.2.4 Imageamento do fundo marinho com ROV**

O imageamento do fundo marinho foi realizado com um ROV (*Remotely Operated Vehicle*) nos 50 pontos amostrais a bordo da embarcação Mar Azul, a uma velocidade de aproximadamente 1 nó. O equipamento utilizado foi um BlueROV2 com campo de visão de 110° e resolução de 1920×1080 pixels. O imageamento foi feito durante 10 minutos em média, 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 das faunas e floras marinhas associadas.

### **2.2.5 Interpretação e modelagem de dados, classificação e habitats marinhos**

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 e Greene *et al.*, 2007), no mapeamento das fácies sedimentares, na geoquímica do sedimento, nos dados do ROV e na identificação da macrofauna bentônica.

Neste procedimento, a escala é um dos aspectos mais importante no mapeamento de habitats, bem como um dos mais incompreendidos. O esquema de caracterização do habitat é baseado em escala, progredindo de características de pequena escala, como os megahabitats, até os recursos de micro-habitats que são mapeados em maiores escalas (Greene *et al.*, 2007; Lund; Wilbur, 2007).

Os mega-habitats se referem aos recursos de grandes dimensões, variando de um quilômetro até dezenas de quilômetros, representado com o uso de pequenas escalas, como a plataforma continental, talude, sopé e planície abissal. Os meso-habitats variam de dezenas de metros a um quilômetro, tendo como representantes canyons, bancos, recifes, zonas de deslizamento, cascalho, seixo, cavernas, elevações e afloramentos rochosos. Os macro-habitats, representados por recifes, grandes rochas, afloramentos rochosos e formas de fundo, em escalas menores que 1:250.000, variando entre um e dez metros. E por fim, os micro-habitats representados por areia, lama, cascalho, seixo, pedras pequenas, interfaces sedimentares e variam em dimensões centimétricas até um metro, sendo composto (Greene *et al.*, 1999; Lund; Wilbur, 2007).

A integração entre os dados conduziu a interpretação e definições para o mapeamento dos mega-habitats marinhos, de acordo com a classificação de habitats marinhos potenciais de Greene *et al.* (2007). Os autores propõem uma classificação a partir de um 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, definiram a classificação de doze habitats marinhos, representados 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 Larssonneur (1977), modificada por Dias (1996), para corroborar com a classificação dos habitats marinhos proposta por Greene *et al.* (2007). Os códigos relacionados aos fácies sedimentares que compõe a classificação dos habitats são: Lama (L) Terrígena (T), correspondente ao código LT, assim como as fácies Areia (A) Litoclástica (L) – AL, Areia (A) Biolitoclástica (Bl) – ABl, 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. Desta forma, o código “S”, por exemplo, relacionado à “Shelf, continental and island shelves” foi mantido, mas a terminologia foi alterada para “Plataforma continental”.

Desta forma, o mapeamento dos habitats contou com a definição individual dos habitats para os pontos amostrais e, 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 dos mesmos 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.

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

Código ou caractere	Ordem do caractere	Tipo de mapeamento ou escala (Greene <i>et al.</i> (2007)	Classificação de acordo com Greene <i>et al.</i> (2007) ou Classificação de Larssonneur (*)
S” F”	1°	Indica um dos tipos de megahabitats	Plataforma continental (0-200 m) Talude Continental (200-3000 m)
“s” “h”	2°	Tipo de material, consolidado ou não consolidado	Fundo suave, cobertura sedimentar Fundo rígido
“(LT)”			Lama Terrígena*
“(AL)”			Areia Litoclástica*
“(ABI)”	2 ° entre parênteses	Características do sedimento (fração granulométrica)	Areia Biolitoclástica*
“(AB)”			Areia Bioclástica*
“(R)”			Rodolitos*
“d”			Fundo rochoso deformado, inclinado e dobrado
“e”			Fundo rochoso exposto
“g”	3°	Meso ou macro habitats	Canal
“w”			Ondas de sedimentos (10 cm a <1 m de amplitude) e dunas

Tabela 2 - Ordem, características e identificação dos caracteres utilizados para a classificação de habitats marinhos proposta por Greene *et al.* (2007) (continuação)

Código ou caractere	Ordem do caractere	Tipo de mapeamento ou escala (Greene <i>et al.</i> (2007))	Classificação de acordo com Greene <i>et al.</i> (2007) ou Classificação de Larssonneur (*)
“[a-b]”			Algas vermelhas
“[a-g]”	4°	Flora e fauna de recife	Algas verdes
“c”			Corais
“1”			Plano (0-5°)
“2”	5°	Declive de fundo	Inclinado (5-30°)
“3”			Inclinada acentuadamente (30-60°)
“A”			Rugosidade muito baixa
“B”	6°	Rugosidade do fundo	Baixa rugosidade
“C”			Rugosidade moderada

Fonte: Greene *et al.* (2007)

### 2.3 Verdade de Campo

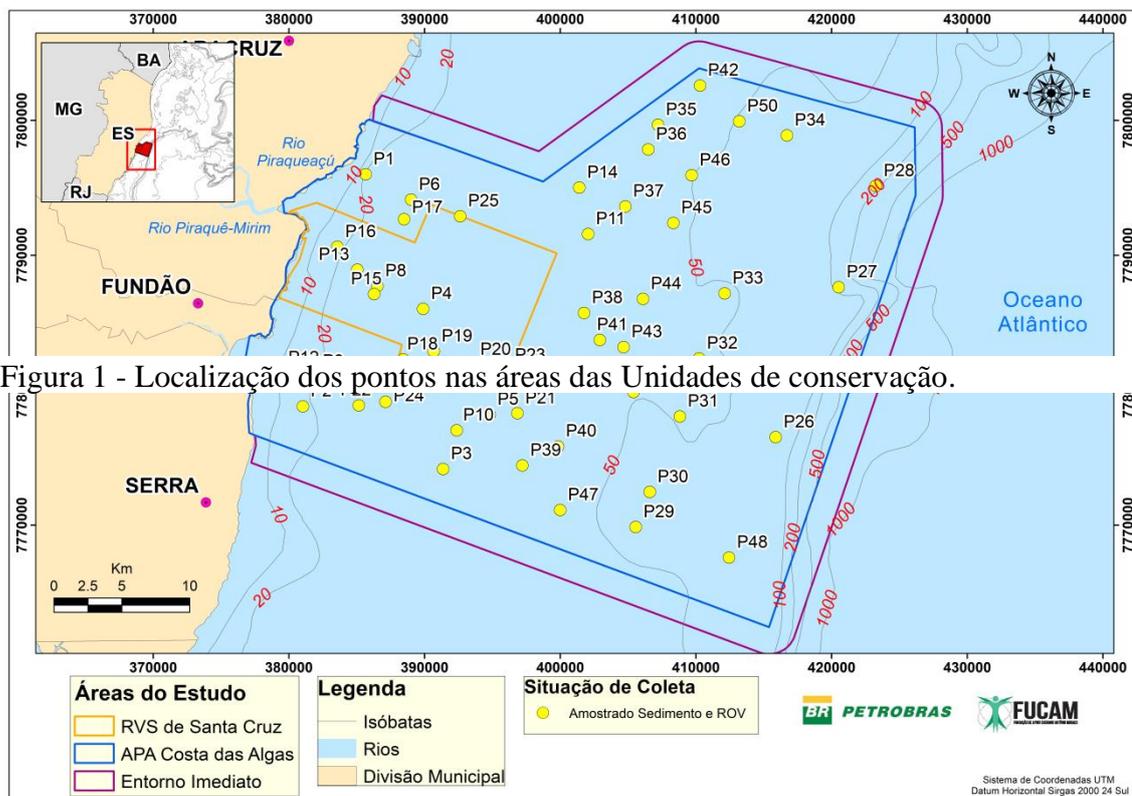
Os métodos de investigações submarinas podem apresentar grandes desafios, os quais nem sempre permitem uma visualização concreta dos locais de amostragem, uma vez que no fundo marinho ocorre uma grande mistura de formações rochosas e de sedimentos. Com uma visualização do fundo, o pesquisador pode identificar e coletar dados de uma maneira que possa se ajustar aos seus objetivos almejados (Ayres; Baptista Neto, 2004).

Isto se aplica nas filmagens feitas por ROV com o objetivo de correlacionar informações diretas do fundo marinho, conforme dados de métodos indiretos, para validar a resposta do padrão sonográfico acústico dos sonogramas com informações das filmagens. Sua utilização é ampla nos estudos voltados para mapeamento de zonas recifais, observação da cobertura do substrato, evolução de recifes de coral e arquitetura recifal realizados em profundidades limitantes para o emprego de outro método (Waddell, 2005).

Uma vez que os dados das investidas com observações diretas e indiretas, bem como filmagens e sonografia, podem ser interpolados para a confecção de produtos para o mapeamento de habitat (Hewitt *et al.*, 2004), métodos geofísicos associados com avançadas ferramentas de verdade de campo possibilitaram a caracterização e o mapeamento de habitats marinhos, quanto ao tipo de fundo e textura sedimentar (Christensen *et al.*, 2009). Sendo, portanto, essenciais para a avaliação do estado dos habitats e uma gestão efetiva (Diaz *et al.*, 2004; Cogan; Noji, 2007).

O plano de aquisição para a coleta dos dados da Verdade de Campo consistiu em realizar todo o imageamento com ROV nos 50 pontos definidos (Figura 3), obtendo um total de 566,78 minutos de vídeos. Foi, então, realizada a análise de todos os vídeos, nos quais foi possível obter informações referentes ao tipo de fundo; velocidade das ondas e correntes; presença ou ausência de fauna e flora; ecossistemas mesofóticos; e outras informações relevantes. Em seguida, foi realizada uma associação com as informações obtidas através dos dados primários, a partir dos métodos geofísicos e análise dos sedimentos, para que então fosse gerado o Mapa de habitat.

Figura 3 - Localização dos pontos nas áreas das Unidades de conservação.



Fonte: Elaborada pela autora. Adaptação 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” (Petrobras, 2017).

### 3 RESULTADOS

A realização de arrastos na área mais rasa e dragagens na área profunda geraram a Tabela 2, que descreve a localização geográfica do ponto de coleta, sua profundidade e as características das amostras de sedimentos.

Tabela 3 - Coordenadas dos pontos de amostragem, profundidade e descrição da amostra de sedimentos (continua)

Ponto	(E)	(N)	Prof. (m)	Descrição Macroscópica da Amostra Bruta
1	385660	795997	10,3	Presença de rodolitos.
2	381020	7778799	-23,9	Areia + Biodetritos (conchas bivalves, gastrópode)
3	391358	7774155	-35,7	Biodetritos (litotâmnio, conchas bivalves)
4	389889	7786024	-37,4	Biodetritos (litotâmnio, fragmentos de rodolitos, bivalve, gastrópode)
5	394793	7778189	-42,1	Biodetritos (litotâmnio, conchas bivalves)
6	389003	7794115	-27,2	Lama arenosa com presença de mica
7	385755	7780146	-36,5	Areia + Biodetritos (conchas bivalves)
8	386520	7787715	-32,6	Areia grossa + Biodetritos (conchas bivalves e gastrópode)
9	381908	7781018	-25,4	Areia grossa + Biodetritos (conchas bivalves)
10	392368	7777021	-39,3	Biodetritos (ectoprocta, bivalves e fragmentos de rodolitos)
11	402046	7791573	-55,0	Biodetritos (ectoprocta, bivalves e fragmentos de rodolitos)
12	379964	7781265	-18,0	Lama com pequeno fragmentos carbonáticos
13	385040	7788925	-27,8	Lama arenosa com presença de mica

Tabela 4 - Coordenadas dos pontos de amostragem, profundidade e descrição da amostra de sedimentos (continuação)

Ponto	(E)	(N)	Prof. (m)	Descrição Macroscópica da Amostra Bruta
14	401399	7795013	-39,3	Areia + Biodetritos (fragmentos de conchas)
15	386282	7787116	-33,5	Lama + Biodetritos (fragmentos de conchas)
16	383563	7790619	-20,2	Lama com pequeno fragmentos carbonáticos
17	388479	7792668	-28,1	Lama arenosa + Biodetritos (fragmentos de conchas)
18	388421	7782281	-36,0	Biodetritos (bivalves, fragmentos de rodolitos, litotâmnio e ectoprocta)
19	390667	7782872	-39,3	Biodetritos (bivalves, fragmentos de rodolitos, litotâmnio e ectoprocta)
20	396258	7781890	-43,0	Lama + Biodetritos
21	396839	7778282	-44,4	Biodetritos (fragmentos de rodolitos, espinho de ouriço)
22	385154	7778870	-35,1	Biodetritos (litotâmnio, ectoprocta, bivalves e ectoprocta)
23	396060	7781461	-43,9	Biodetritos (bivalves, ectoprocta, litotâmnio e gastrópodes)
24	387125	7779134	-37,6	Biodetritos (fragmentos de rodolitos, ectoprocta e bivalves)
25	392618	7792893	-36,7	Lama arenosa
26	415874	7776503	-63,5	Presença de rodolitos.
27	420513	7787630	-67,3	Presença de rodolitos.
28	423248	7795134	-62,6	Presença de rodolitos.
29	405553	7769847	-52,0	Biodetritos (fragmentos de rodolitos e bivalves)
30	406589	7772452	-48,7	Biodetritos (pequenos fragmentos de rodolitos, bivalves e ectoprocta)

Tabela 5 - Coordenadas dos pontos de amostragem, profundidade e descrição da amostra de sedimentos (continuação)

Ponto	(E)	(N)	Prof. (m)	Descrição Macroscópica da Amostra Bruta
31	408810	7778044	-71,4	Biodetritos (rodolitos fragmentados e litotâmnio)
32	410229	7782350	-52,9	Biodetritos (litotâmnio, crustáceos, espinho de ouriço)
33	412112	7787166	-57,7	Biodetritos (rodolitos fragmentados e litotâmnio)
34	416700	7798876	-55,8	Biodetritos (rodolitos fragmentados, litotâmnio, bivalves e ectoprocta)
35	407198	7799665	-45,0	Areia + Biodetritos (bivalves)
36	406477	7797842	-46,4	Lama arenosa + Biodetritos (bivalves fragmentados)
37	404790	7793613	-46,9	Biodetritos (litotâmnio, bivalves e gastrópodes)
38	401745	7785715	-41,8	Biodetritos (bivalves, ectoprocta, litotâmnio)
39	397204	7774413	-45,5	Biodetritos (fragmentos de rodolitos e ectoprocta)
40	399833	7775831	-46,4	Biodetritos (litotâmnio, fragmentos de rodolitos, espinho de ouriço)
41	402918	7783715	-54,2	Areia + Biodetritos (litotâmnio bastante fragmentados)
42	410298	7802578	-38,5	Areia (mica) + Biodetritos (bivalves)
43	404663	7783187	-59,0	Biodetritos (fragmentos de rodolitos, bivalves, litotâmnio e gastrópode)
44	406094	7786759	-59,7	Biodetritos (litotâmnio, bivalves, espinho de ouriço)
45	408335	7792387	-55,3	Areia + Biodetritos (bivalves, fragmentos de rodolitos e litotâmnio)
46	409684	7795927	-53,9	Areia + Biodetritos (bivalves, fragmentos de rodolitos e litotâmnio)
47	399984	7771108	-45,5	Areia + Biodetritos (fragmentos de rodolitos, gastrópodes e ectoprocta)

Tabela 6 - Coordenadas dos pontos de amostragem, profundidade e descrição da amostra de sedimentos (conclusão)

Ponto	(E)	(N)	Prof. (m)	Descrição Macroscópica da Amostra Bruta
48	412438	7767588	-59,9	Biodetritos (litotâmnio, ectoprocta e bivalves)
49	405391	7779849	-49,9	Biodetritos (fragmentos de rodolitos, gastrópodes e ectoprocta)
50	413192	7799922	-51,0	Areia + Biodetritos (pequenos fragmentos de bivalves)

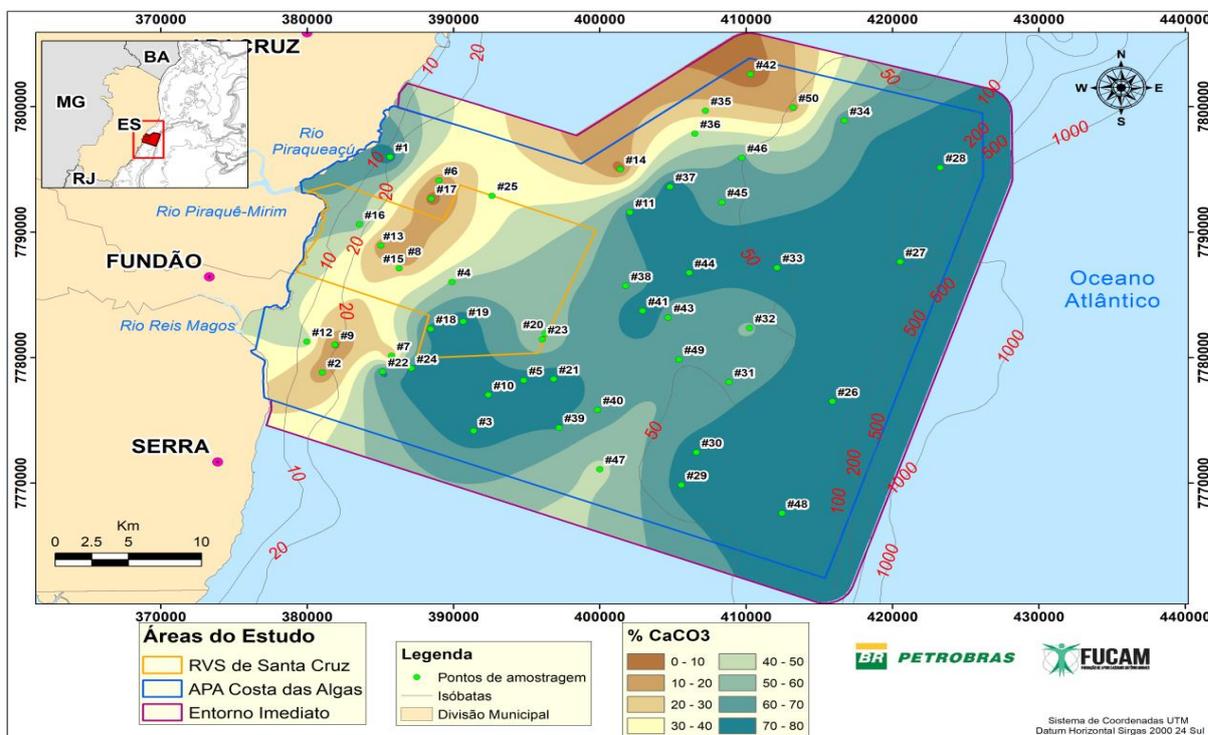
Fonte: Projeto de Pesquisa “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”, com adaptações.

A macrofauna bentônica, identificada na 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*. Dentro estes organismos, os mais abundantes foram os dos Filos *Annelida* (*Polychaeta*), *Mollusca*, *Arthropoda* (*Crustacea*) e *Echinodermata*. Já o material do arrasto revelou abundante presença de organismos do Filo *Echinodermata* com treze exemplares identificados.

As concentrações de  $\text{CaCO}_3$  (Figura 4) para os sedimentos de superfície do leito oceânico, correspondente as áreas da APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz, variaram de 1 a 80%, com média dos teores de 64% na distribuição geral de todas as amostras. A classificação sedimentológica envolvendo os parâmetros granulometria, teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica, os graus de seleção dos grãos, estão intrinsecamente ligadas à posição geográfica na plataforma continental da massa sedimentar.

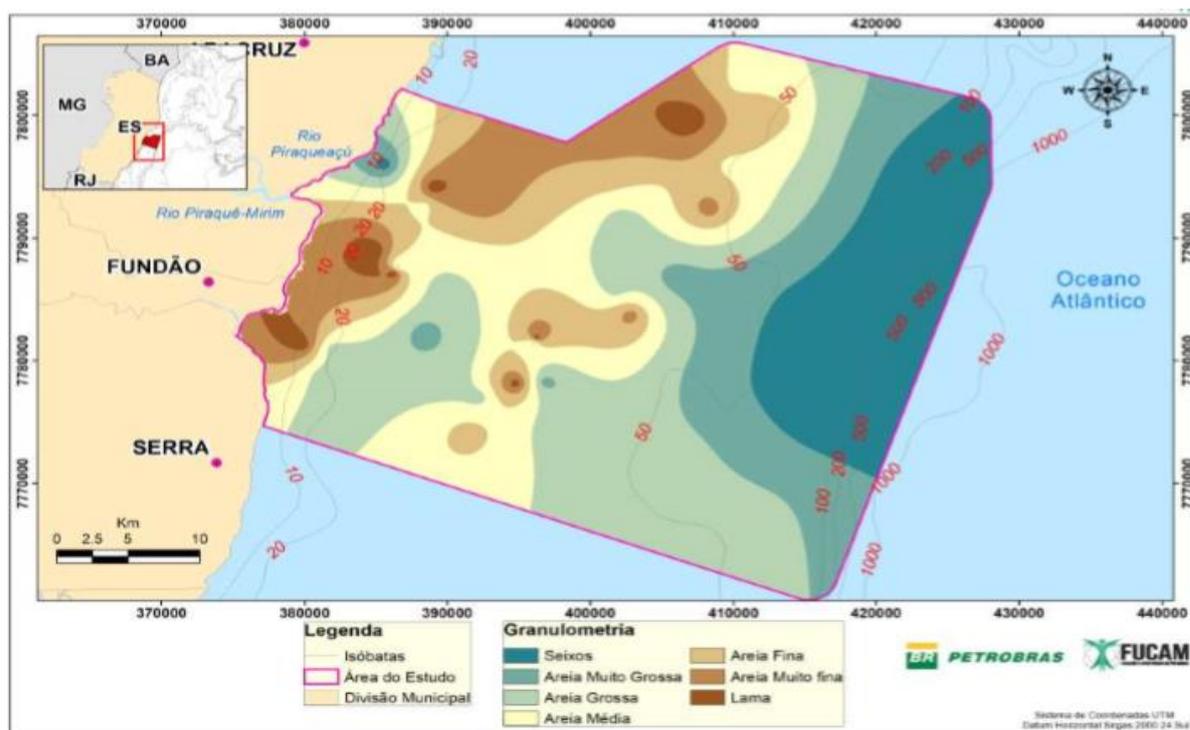
Nas proximidades das desembocaduras dos rios da região os sedimentos apresentaram caráter mais fino, diferente de outros setores do levantamento. Assim como a presença de fragmentos de carapaças de organismos marinhos, como moluscos e algas calcificadas, foi constante em quase toda a área, com menos presença nas áreas mais próximas das desembocaduras dos rios (Figura 5). A frequente presença de carapaças de organismos marinhos proporcionou a maior distribuição de sedimentos que variam de média a grossa.

Figura 4 - Mapa da distribuição dos teores de  $\text{CaCO}_3$  no sedimento de superfície do leito oceânico dentro da Unidade de Conservação.



Fonte: Elaborada pela autora. Adaptação 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”. (Petrobras, 2017).

Figura 5 - Mapa de distribuição da granulometria dentro da Unidade de Conservação.



Fonte: Elaborada pela autora. Adaptação 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”. (Petrobras, 2017).

Através da identificação das diversas formas de relevo, assim como da origem e das principais características da cobertura sedimentar, foi possível demonstrar a importância da caracterização morfológica e sedimentar do fundo marinho e sua aplicabilidade como ferramenta para elaboração de mapas temáticos. Portanto, a utilização dos mapas elaboradas integrados às informações obtidas quanto aos tipos de espécies associadas a esses ecossistemas, influenciaram diretamente nas formas de uso da Unidade de Conservação

As metodologias geofísicas, combinadas com as informações oriundas dos mergulhos com ROV, assim como com base de dados existente e interpretados, puderam ser bem empregadas nos mapeamentos de habitats (Durand *et al.*, 2006; Anderson *et al.*, 2008), sendo elementos fundamentais para a classificação dos habitats (Greene *et al.*, 1999; Hewitt *et al.*, 2004; Lund; Wilbur, 2007).

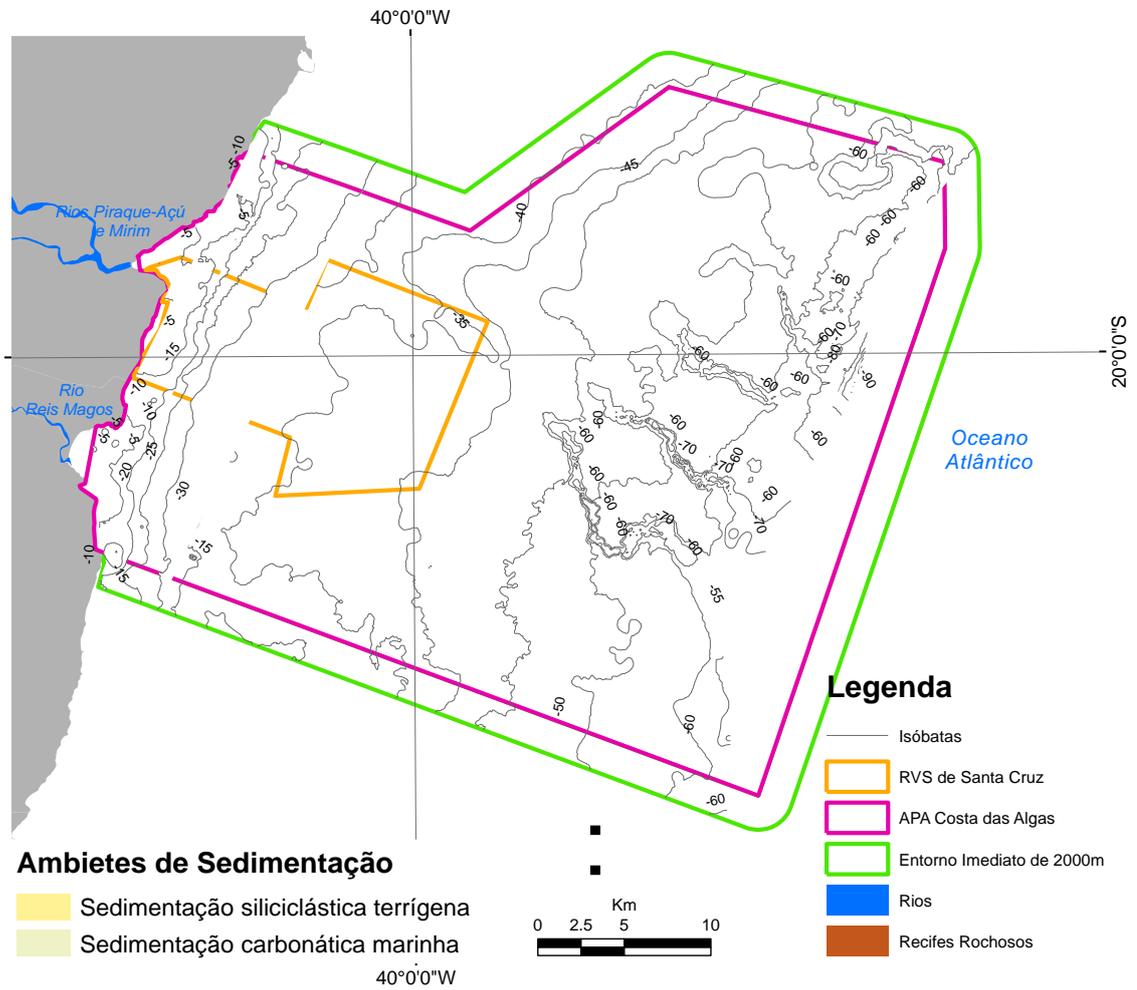
### ***3.1 Habitats marinhos mapeados***

#### ***3.1.1 Ambientes de Sedimentação e Zonas Hidrodinâmicas***

Os aspectos e características geológicas e geomorfológicas de fundo das fácies sedimentares mapeadas propiciaram o zoneamento da área de estudo em distintas regiões preferenciais quanto à hidrodinâmica e aos ambientes preferenciais de sedimentação. Os ambientes de sedimentação (Figura 6) foram, então, 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 35 metros até o talude continental. Um segundo ambiente foi caracterizado pela presença de sedimentos siliciclásticos de origem terrígena ou continental (alóctones), situado desde a profundidade de 35 metros até a linha de costa.

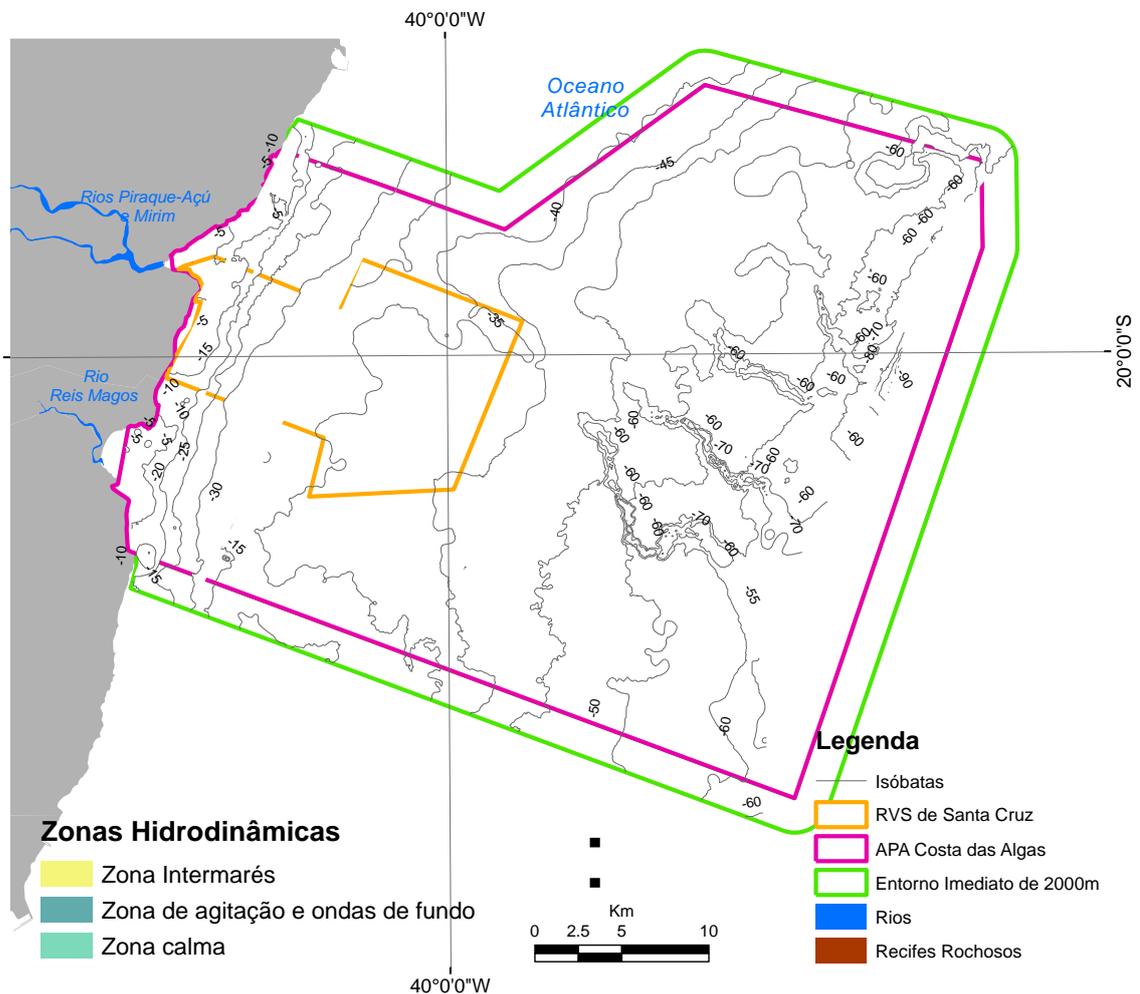
As zonas hidrodinâmicas (Figura 7) foram compostas por três áreas. A primeira, Zona calma, situada desde a profundidade de 35 metros até o talude continental, representada pela ausência de marcas onduladas de fundo no substrato, uma vez que, não há ação hidrodinâmica mais intensa das ondas e correntes nesta área. A segunda Zona, de agitação das ondas de fundo, situada entre as profundidades de 35 e 2,5 metros, composta por marcas onduladas de fundo no substrato formadas pela ação hidrodinâmica das ondas e correntes. E, por fim, uma terceira, 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 6 - Ambientes de sedimentação de acordo com a distribuição dos sedimentos de composições siliciclásticas terrígenas e carbonáticas marinhas.



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 7 - Distribuição das zonas hidrodinâmicas com base na localização das marcas onduladas de fundo.

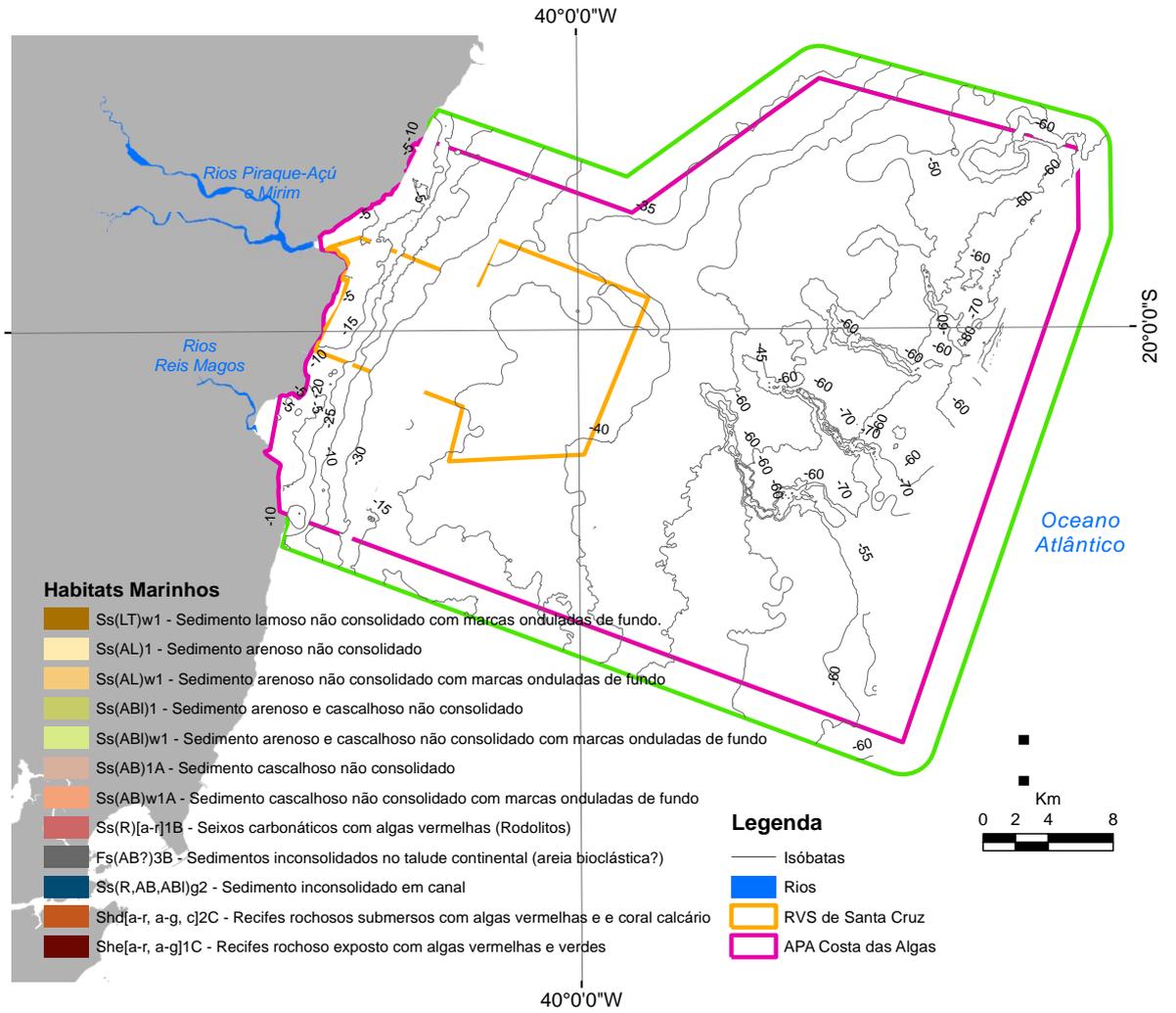


Fonte: Elaborada pela autora

Em virtude das regiões preferenciais da hidrodinâmica e do ambiente de sedimentação de fundo, e com base na classificação de habitats marinhos proposta em Greene *et al.* (2007), foram mapeados onze habitats (Figura 8), cada um com suas características sedimentológicas, geomorfológicas e das faunas e floras marinhas associadas.

Logo, o talude continental foi mapeado como o décimo segundo habitat, denominado de Fs(AB?)3B – Sedimentos inconsolidados no talude continental (areia bioclástica), porém, como não foram realizadas amostragens neste ambiente, não foi possível fazer sua caracterização. Portanto, a soma de todos estes atributos resultou em um mapa temático com todos os habitats das unidades de conservação, nos quais será possível auxiliar no estabelecimento da diferenciação de intensidade de uso mediante zoneamento, visando, também, a proteção de seus recursos naturais e culturais.

Figura 8 - Mapas dos habitats marinhos



Fonte: Elaborada pela autora

### 3.1.2 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 128 km<sup>2</sup> e está situado entre as profundidades menores que 35 metros até a linha de costa próxima a foz dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim. Está distribuído nas duas Unidades de Conservação, e ocupa a metade da área da RVS de Santa Cruz.

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

A macrofauna bentônica caracterizada pela triagem de bentos 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, onde foi possível detectar sete exemplares do Filo *Crustacea* e nove do Filo *Mollusca*.

As filmagens com o ROV revelaram um ambiente mais desértico em se tratando da presença de fauna e flora visíveis quando comparado aos outros habitats. Não foi observada a presença de algas, e de forma escassa foram vistos alguns animais da fauna bentônica (Figura 9a) e da ictiofauna (Figura 9b).

### 3.1.3 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 40 km<sup>2</sup> de área entre as profundidades de 40 e 50 metros, com distribuição apenas na Unidade de Conservação APA Costa das Algas. É composto por substrato arenoso de origem continental, correspondente a fácies sedimentar Areia Litoclástica (AL). Devido a sua localização, estima-se que estes sedimentos são oriundos da descarga fluvial

do Rio Doce, situado a 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 a presença de quatro exemplares de organismos do Filo Crustácea. Já as filmagens com o ROV revelaram a presença de outros animais da família Muraenidae (Figura 9c) e representantes do filo Porifera (Figura 9d). Neste habitat não foi detectada a presença de algas.

### **3.1.4 Ss(AL)w1 – Sedimento Arenoso não Consolidado com Marcas Onduladas de fundo**

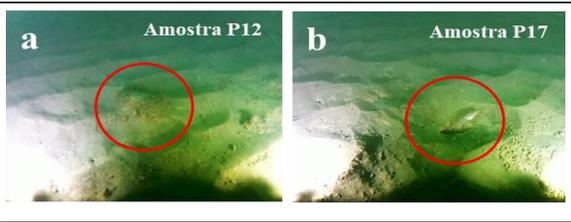
O habitat Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado com marcas onduladas de fundo está localizado entre as profundidades de 40 metros, mais ao norte da área, e 30 metros até a linha de costa nas proximidades da desembocadura dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim.

Da mesma forma como o habitat *Soft unconsolidated sand sediment* é composto por sedimentos siliciclásticos de origem terrígena, além de ser correspondente à 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 inclinado 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*. Dentro estes organismos, os mais abundantes foram os dos Filos *Annelida* (*Polychaeta*), *Mollusca*, *Arthropoda* (*Crustacea*) e *Echinodermata*.

Já o material do arrasto revelou abundante presença de organismos do Filo *Echinodermata* com treze exemplares identificados. As imagens do ROV mostraram escassa presença de vida visível, com a detecção de apenas um exemplar de peixe da ordem Pleuronectiformes (Figura 9e). Também não foi registrada a presença de algas.

Figura 9 - Fauna associada aos habitats marinhos situados no ambiente de sedimentação siliciclásticos terrígenos

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)	Ss(LT)w1 – Sedimento lamoso não consolidado com marcas onduladas de fundo.	
Zona calma		Areia Litoclástica (AL)	Ss(AL)1 – Sedimento arenoso não consolidado	
Zona de agitação das ondas de fundo		Areia Litoclástica (AL)	Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado com marcas onduladas de fundo	

Fonte: Elaborada pela autora

### **3.1.5 *Ss(ABl)1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado***

O habitat *Ss(ABl)1* – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado está situado entre as profundidades de 35 e 50 metros, desde o norte até o centro da área, quase que exclusivamente na UC APA Costa das Algas e possui uma área de 198 km<sup>2</sup>.

É um habitat que representa a interface entre os 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<sub>3</sub> juntamente com metais pesados. Desta forma, é correspondente a fácies sedimentar Areia Biolitoclástica (ABl). Não possui marcas de ondulação de fundo e o relevo é suave, com declividade não maior que 5°.

As imagens coletadas com o ROV revelaram a presença mais significativa, em relação aos habitats supracitados, de ictiofauna representada por peixes agrupados em cardumes (Figura 10a). Também foi possível observar a presença de flora marinha neste habitat, representada por algas vermelhas, muitas vezes próximas a esponjas (Figura 10b). A macrofauna bentônica coletada por draga não foi identificada, uma vez que não foi feito esse tipo de amostragem nas áreas correspondentes a este habitat.

### **3.1.6 *Ss(ABl)w1 – Sedimento Arenoso e Cascalhoso não Consolidado com Marcas Onduladas de Fundo***

O habitat *Ss(ABl)w1* – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo, tem sua área de 32 km<sup>2</sup> quase totalmente inserida na UC RVS de Santa Cruz, entre as profundidades de 35 e 40 metros. Possui as mesmas características sedimentológicas do habitat Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado, diferenciado apenas pela presença de marcas onduladas no substrato, além de esta também corresponder à fácies sedimentar Areia Biolitoclástica (ABl). Portanto, por estar situado na zona de agitação das ondas de fundo, apresenta marcas onduladas no substrato. 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 revelou a presença de organismos dos Filos *Bryozoa*, *Arthropoda* (*Crustacea*), *Mollusca* e *Echinodermata*. Em se tratando da abundância entre estes Filos, o *Crustacea* é mais representativo, seguido pelos filos *Mollusca* e *Echinodermata*. Já os organismos do Filo *Bryozoa* aparecem colonizando outros animais da macrofauna bentônica.

O ROV revelou escassa presença de vida marinha visível no substrato, e nenhuma na coluna d'água quando comparado aos outros habitats estudados. Em apenas dois pontos foram registrados fragmentos de esponjas sobre o substrato biolítico (Figuras 10c e 10d).

### **3.1.7 Ss(AB)1A – Sedimento Cascalhoso não Consolidado**

O habitat Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado é um habitat que possui 269,5 km<sup>2</sup> de área entre a profundidade de 45 metros até o talude continental e inserido. Exclusivamente, na UC APA Costa das Algas. 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 e apresenta-se com declividade suave, não maior que 5° na maior parte da área do habitat, mas apresenta declividades acima de 5° nos canais e o talude continental. Apresenta leve rugosidade, devido aos fragmentos biodetríticos.

Os animais marinhos observados pelo ROV foram a esponja do mar e uma cobra do mar (Figura 10e), além de escassa presença de ictiofauna. A flora marinha registrada foi representada por fragmentos de algas vermelhas (Figura 10f), provavelmente oriundas dos bancos de rodolitos que estão mais próximos a este habitat.

### **3.1.8 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 70 km<sup>2</sup> de área, e mais de 70% desta está inserido na UC APA Costa das Algas. Também é composto por sedimentos, em sua maioria cascalhosos, e apresenta marcas onduladas de fundo no substrato, além de ser correspondente a fácies sedimentar Areia Bioclástica (AB).

A macrofauna bentônica é representada por organismos dos Filos *Bryozoa*, *Arthropoda* (*Crustacea*), *Annelida* (*Polychaeta*), *Mollusca*, *Nematoda*, *Echinodermata*, *Nemertea*, *Cnidaria*, *Entoprocta* e *Porifera*. O Filo *Annelida* (*Polychaeta*) é o mais abundante, representando 47% do total de organismos encontrados, seguido pelos Filos *Crustacea* (40%) e *Echinodermata* (5%).

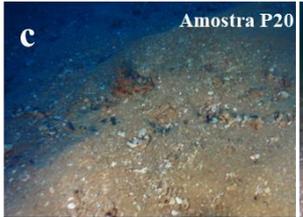
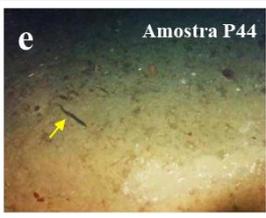
As imagens do ROV revelaram presença de esponjas e algas (Figura 10g) e também foi observada presença abundante de ictiofauna (Figura 10h) em cardumes neste habitat.

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

O habitat Ss(R)[a-r]1B – Seixos carbonáticos com algas vermelhas (Rodolitos) é o habitat composto quase que exclusivamente por bancos de rodolitos da fácies sedimentar Rodolitos (R). Possui 244 km<sup>2</sup> de área exclusiva na UC APA Costa das Algas e está inserido na zona calma da hidrodinâmica das ondas, entre as profundidades de 45 e 70 metros.

Possui declividade suave, menor que 5°, e rugosidade moderada, devido à presença dos bancos de rodolitos. Através das imagens do ROV foi observada abundante presença de algas verdes e vermelhas (Figura 10i), animais do Filo Echinodermata como estrela do mar (Figura 10j), além de outros da família *Muraenidae* (Fig. 10k) e ictiofauna (Figura 10i).

Figura 10 - Fauna e flora associadas aos habitats marinhos situados no ambiente de sedimentação carbonática

Zonas Hidrodinâmicas	Ambiente de Sedimentação	Fácies Sedimentares (Larsouner)	Habitats Marinhos (Green et al, 2007)	Fauna e Flora Marinha Associada	
Zona calma	Sedimentação marinha carbonática	Areia Biolitoclástica (ABI)	Ss(ABI)1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado	 Amostra P34	 Amostra P34
Zona de agitação das ondas de fundo			Ss(ABI)w1 – Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo	 Amostra P20	 Amostra P23
Zona calma		Areia Bioclástica (AB)	Ss(AB)1A – Sedimento cascalhoso não consolidado	 Amostra P44	 Amostra P44
Zona de agitação das ondas de fundo			Ss(AB)w1A – Sedimento cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo	 Amostra P5	 Amostra P39
Zona calma		Rodolitos (R)	Ss(R)[a-r]1B – Seixos carbonáticos com algas vermelhas (Rodolitos)	 Amostra P30	 Amostra P47

Fonte: Elaborada pela autora

### **3.1.10 Ss(R, A, AB)g2 – Sedimento Inconsolidado em Canal**

O habitat Ss(R, A, AB)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 49 km<sup>2</sup> de área. Por intersectar outros habitats, possui substrato composto por sedimentos arenosos a cascalhosos, ricos em biodetritos.

O habitat possui abundante vida marinha, com presença de estrelas do mar (Figura 11a), outros animais do Filo *Echinodermata* (Figura 11b), ictiofauna em cardumes (Figura 11c) e esponjas do mar (Figura 11d), registrados nas imagens do ROV. O material de arrasto de fundo mostrou também abundante presença de organismos dos Filos Crustacea (41 exemplares), seguido pelos Filos *Echinodermata* (14 exemplares) e *Mollusca* com (1 exemplar), além da ocorrência de organismos colonizadores dos Filos *Bryozoa* e *Porifera*.

### **3.1.11 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 das áreas das UCs. Está distribuído por toda a área, desde a linha de costa até as proximidades do talude continental, porém está mais concentrado nas profundidades abaixo de 40 metros e possui uma área representativa de 137 km<sup>2</sup>, além de elevada rugosidade. No contato com o habitat Ss(AL)w1 – Sedimento arenoso não consolidado com marcas onduladas de fundo há provável soterramento de recifes observado no ponto amostral P11 (Figura 11h). Os recifes deste ponto também foram registrados por Boni *et al.* (2018) e Vieira *et al.* (2018).

A fauna é bastante abundante representada por vários cardumes de peixes que nadam sobre os recifes mais próximos do talude continental (Figura 11e). A ictiofauna também é presente nos recifes mais costeiros (Figura 711g). E a flora marinha, também bastante abundante, é caracterizada por algas marinhas que colonizam os recifes de corais (Figura 11f).

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

O habitat *She[a-r, a-g]1C* – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes, trata-se de um habitat localizado na zona intermarés junta à linha de costa. É composto pela plataforma de abrasão situada na linha de costa e ocupa uma área de 7,8 km<sup>2</sup>, distribuída entre as duas Unidades de Conservação. Possui elevada rugosidade, assim como, baixa declividade do terreno, não maior que 5°.

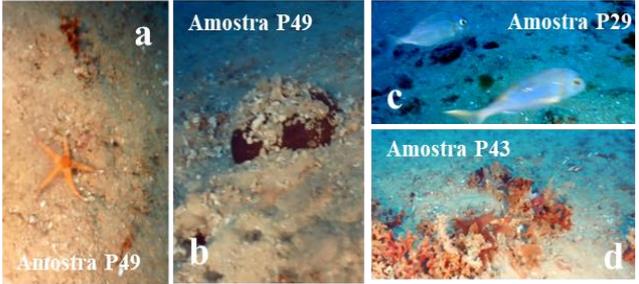
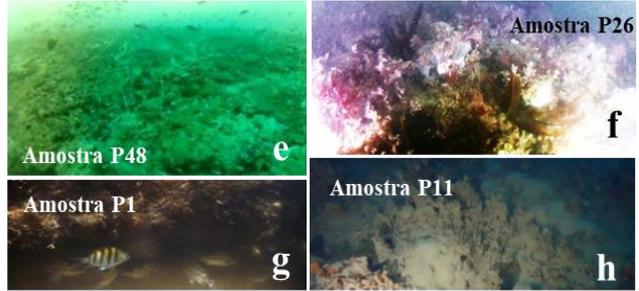
O hábito dos organismos que vivem neste habitat é regido pelas variações diárias da maré. Em condições de preamar, portanto, fica coberto pela água e é exposto na baixamar, quando são formadas piscinas nas áreas mais baixas (Figura 11i e 11j). As algas marinhas compõem a maior abundância entre os organismos presentes neste habitat. Neste cenário, estimou-se que a cobertura biológica da área deste habitat é representada por cerca de 70% de algas (Figura 11j), com o restante correspondendo a rocha nua ou a depósitos de areia (silicática ou carbonática).

Em se tratando da ictiofauna do habitat *Shd[a-r, a-g, c]2C* – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário as espécies que apresentaram maiores densidades foram *Stegastes fuscus*, *Abudefduf saxatilis* e *Anisotremus surinamensis* (Figuras 12 e 13). Quanto à frequência de ocorrência, *Abudefduf saxatilis*, *Stegastes fuscus* e *Sparisoma axillare* foram as espécies mais comuns nos censos visuais com 68,75%, 62,5% e 50%, respectivamente.

No habitat marinho *She[a-r, a-g]1C* – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes foi identificado um total de 59 táxons infragenéricos, sendo as macroalgas o grupo mais diversificado (Tabela 3).

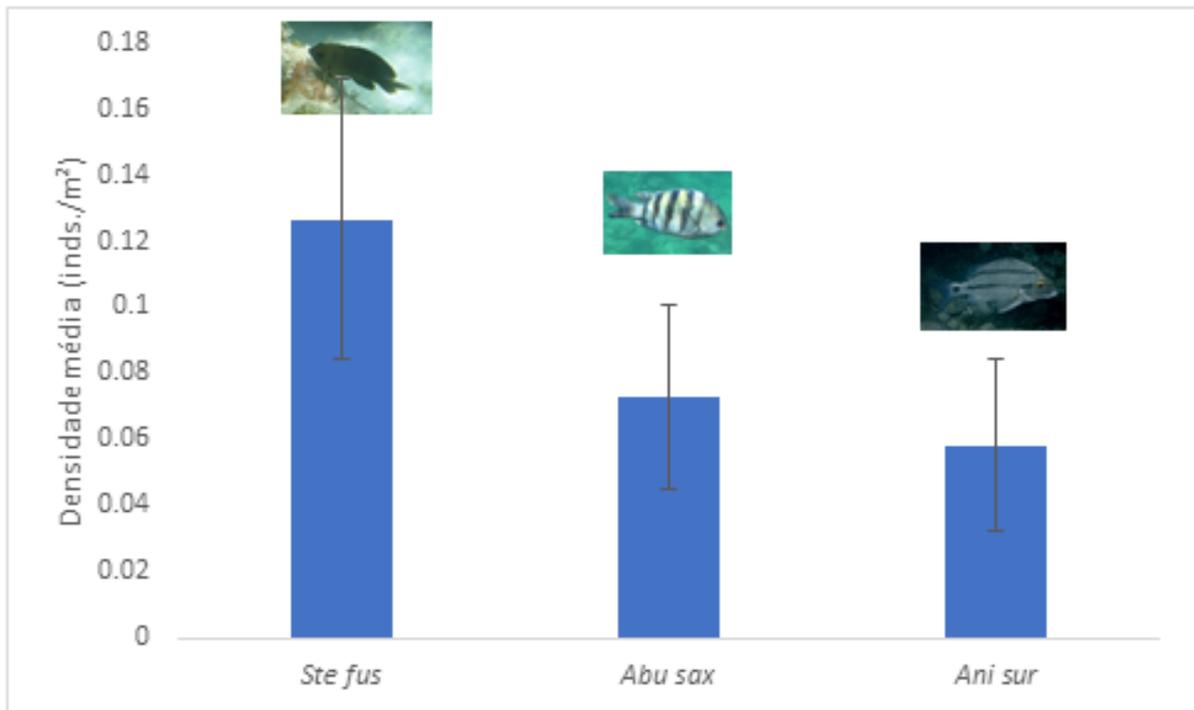
As macroalgas, além de terem sido os organismos mais diversos, foram os mais abundantes. A comunidade bentônica recobriu  $55,9 \pm 14,4\%$  do substrato, o restante sendo rocha nua ou depósitos de areia (silicática ou carbonática). Considerando apenas a cobertura biológica,  $70,2 \pm 14\%$  da mesma, mostrou-se composta por algas. Todavia, mesmo incluindo os trechos não recobertos por organismos, as algas ainda foram dominantes no habitat *She[a-r, a-g]1C* (Figura 14). Essa grande dominância de algas é uma característica comum de ambientes recifais brasileiros, inclusive no caso de recifes biológicos.

Figura 11 - Fauna e flora marinhas associadas aos habitats relacionados aos canais e recifes submersos e expostos.

Zonas Hidrodinâmicas	Ambiente de Sedimentação	Habitats Marinhos (Green et al, 2007)	Fauna e Flora Marinha Associada
Zona calma	Sedimentação marinha carbonática	Ss(R, A, AB)lg2 – Sedimento inconsolidado em canal	
Zona de agitação das ondas de fundo	Sedimentação siliciclástica terrígena Sedimentação marinha carbonática	Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário	
Zona inter-marés	Sedimentação siliciclástica terrígena	She[a-r, a-g]1C – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes	

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 12 - Espécies mais abundantes registradas nos censos visuais no do habitat Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário no inverno de 2017



Fonte: Elaborada pela autora. As barras de erros referem-se ao desvio padrão. Legenda: Ste fus: *Stegastes fuscus*, Abu sax: *Abudedefduf saxatilis*, Ani sur: *Anisotremus surinamensis*.

Figura 13 - Cardume de *Abudedefduf saxatilis* e *Anisotremus surinamensis* nos recifes costeiros de Putiri/Barra do Saí do habitat Shd[a-r, a-g, c]2C – Recifes rochosos submersos com algas vermelhas e coral calcário.



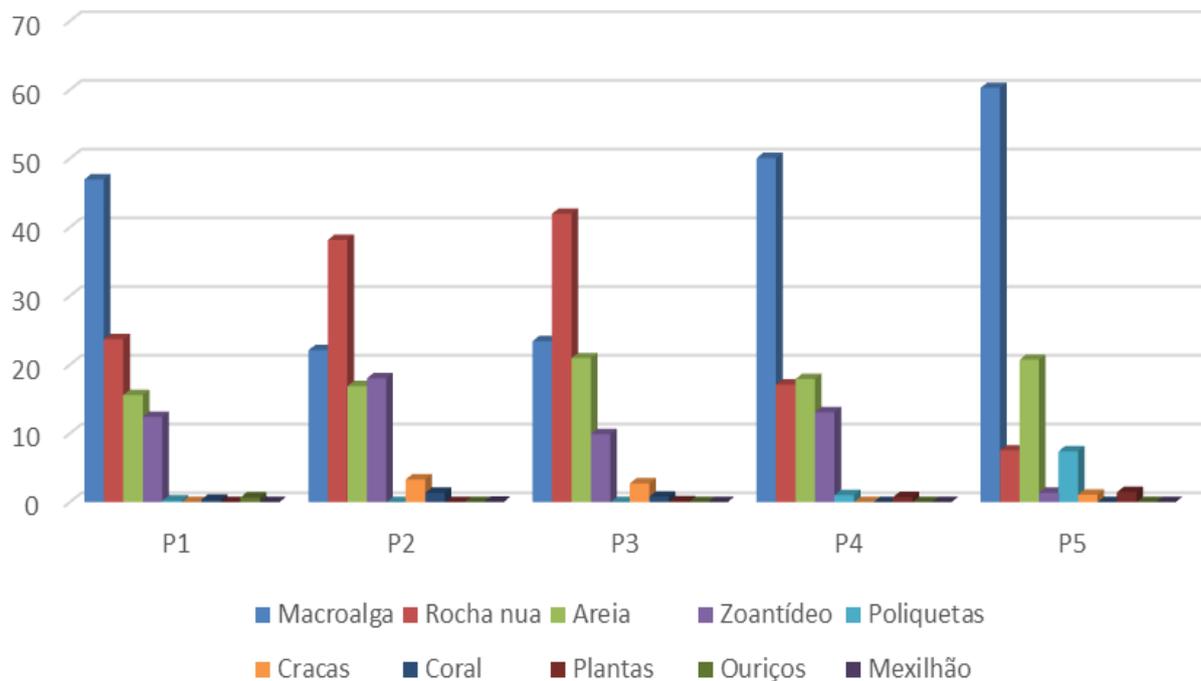
Fonte: Elaborada pela autora.

Quadro 1 - Inventário dos táxons infragenéricos encontrados em terraços de abrasão do litoral norte do Espírito Santo

<b>CHLOROPHYTA (Algas verdes)</b>	<b>RHODOPHYTA (Algas vermelhas)</b>
<i>Anadyomene stellata</i>	<i>Acanthophora spicifera</i>
<i>Caulerpa cupressoides</i>	<i>Amansia multifida</i>
<i>Caulerpa lanuginosa</i>	<i>Arthrocardia variabilis</i>
<i>Caulerpa racemosa</i>	<i>Asparagopsis taxiformis</i>
<i>Caulerpa sertularioides</i>	<i>Bostrychia sp.</i>
<i>Cladophora sp.</i>	<i>Botryocladia occidentalis</i>
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Calcária incrustrante
<i>Codium intertextum</i>	<i>Centroceras sp.</i>
<i>Dictyosphaeria versluysii</i>	<i>Chodracanthus acicularis</i>
<i>Halimeda cuneata</i>	<i>Dichotomaria marginata</i>
<i>Ulva lactuca</i>	<i>Gelidiella acerosa</i>
<i>Ulva sp.</i>	<i>Gelidium crinale</i>
<i>Valonia macrophysa</i>	<i>Hypnea pseudomusciformis</i>
<i>Ventricaria ventricosa</i>	<i>Jania adhaerens</i>
<b>CRUSTACEA (Cracas)</b>	<i>Jania rubens</i>
<i>Balanus sp.</i>	<i>Laurencia translucida</i>
<i>Chathamalus sp.</i>	<i>Ochtodes secundiramea</i>
<b>ECHINODERMATA (Ouriço do mar)</b>	<i>Palisada perforata</i>
<i>Lithechinus sp.</i>	<i>Plocamium brasiliensis</i>
<b>MOLLUSCA (Mexilhão)</b>	<i>Spyridia sp.</i>
<i>Brachidontes sp.</i>	<i>Wrangelia argus</i>
<b>PHAEOPHYCEAE (Algas pardas)</b>	<b>SCLERACTINIA (CORAL)</b>
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	<i>Favia gravida</i>
<i>Colpomenia sinuosa</i>	<i>Scolymia sp.</i>
<i>Dictyopteris delicatula</i>	<i>Siderastrea stellata</i>
<i>Dictyopteris justii</i>	<b>TRACHEOPHYTA (Angiospermas)</b>
<i>Dictyota crenulata</i>	<i>Halodule wrightii</i>
<i>Dictyota menstrualis</i>	<i>Avicennia schaueriana</i> (mangue-preto)
<i>Dictyota sp.</i>	<b>ZOANTHATARIA (Coral mole)</b>
<i>Lobophora variegata</i>	<i>Isaurus sp.</i>
<i>Padina sp.</i>	<i>Palythoa caribeorum</i>
<i>Sargassum sp.</i>	<i>Palythoa variabilis</i>
<b>POLYCHAETA</b>	<i>Zoanthus sp</i>
<i>Phragmatopoma sp.</i>	
<i>Phragmatopoma sp.</i>	

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 14 - Percentual médio de cobertura em cinco terraços de abrasão do habitat She[ar, a-g]1C - Exposed rocky reefs with red and green algae no litoral norte do Espírito Sant



Fonte: Elaborada pela autora. P1 = Enseada das Garças, P2 = Praia Formosa, P3 = Gramuté, P4 = Mar Azul, P5 = Barra do Saí.

Considerando os demais organismos, os corais moles (zoantídeos) ocuparam  $11 \pm 6\%$  do substrato, e foram o segundo grupo de maior abundância média (e o segundo mais diverso, com quatro espécies) (Figura 15A). 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 dos terraços de abrasão (em conjunto, elas recobriram em média 4,2% do substrato, o que equivale à 0,7% por grupo).

No entanto, vale ressaltar a ocorrência de construções feitas pelo poliqueta *Phragmatopoma* sp. que recobriram percentual relevante do substrato no ponto P5 (aproximadamente 7,4% do mesmo) (Figura 15B). Também se destaca a ocorrência de mangue (e algas típicas de mangue) no ponto P3 (Figura 15C), e de gramas marinhas (*Halodule wrightii*) nos pontos P4 e P5 (Figura 15D).

Figura 15 - Exemplos de organismos encontrados em cinco terraços de abrasão do habitat She[a-r, a-g]1C – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes no litoral norte do Espírito Santo.



A = *Palythoa variabilis* (setas pretas), B = *Phragmatopoma* sp. (seta branca), C = Pneumatóforos de *Avicennia schaueriana* (ponta de seta preta), D = *Halodule wrightii* (ponta de seta branca).

## 4 DISCUSSÃO

De acordo com Roteiro Metodológico de Planejamento, elaborado pelo ICMBio, um dos principais objetivos do Plano de Manejo são: fazer com que a unidade de conservação (UC) cumpra com os objetivos estabelecidos na sua criação, bem como definir objetivos específicos de manejo. Estas ações orientam a gestão da UC; dotam a UC de diretrizes para seu desenvolvimento; definem ações específicas para o manejo da UC; promovem o manejo da Unidade, orientado pelo conhecimento disponível e/ ou gerado; estabelecem a diferenciação e intensidade de uso mediante zoneamento, visando a proteção de seus recursos naturais e culturais; estabelecem normas específicas regulamentando a ocupação e o uso dos recursos da zona de amortecimento (ZA) e dos corredores ecológicos (CE), visando a proteção da UC; e promovem a integração socioeconômica das comunidades do entorno com a UC (Brasil, 2002). Para que esses objetivos possam ser alcançados, são necessárias ferramentas que norteiem o gestor da unidade e viabilize a tomada de decisões, a fim de tornar eficaz a gestão da unidade, como a elaboração de mapas temáticos com o zoneamento da área.

O mapa de habitats poderá ser utilizado como ferramenta para que se possam alcançar os objetivos estabelecidos na criação da unidade. Entende-se, portanto, que a situação ideal para essas UCs seria que esse tipo de zoneamento ambiental fosse realizado antes da criação. Tal medida acarretaria, por exemplo, na diminuição dos conflitos que ocorrem com a comunidade quando da criação das UCs, pois as delimitações das áreas e definições de seu zoneamento para os diferentes usos, aos tipos de usos e ocupação da unidade, bem como suas restrições legais ocorreriam em parceria com a comunidade antes de sua efetiva criação, mostrando a relevância de estudos como esse.

As UC marinhas apresentam características geográficas que favorecem a gestão; pois, como a maioria das áreas é exclusivamente de mar territorial, não há populações humanas com moradias instaladas localmente, portanto custos de orçamento com desapropriação são nulos (Prates *et al.*, 2007).

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, além de canais e paleocanais preenchidos por sedimentos terrígenos e marinhos. Ademais, 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.

Os controles de transporte, retrabalhamento e deposição de sedimento (Neto *et al.* 2004; Dominguez, 2007), controles morfológico e estrutural do fundo oceânico (Alves; 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 (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 com 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 extra-bacias) são transportados deste o continente até a plataforma continental através do transporte fluvial dos rios da região, como o rio 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.

De acordo com os dados obtidos observamos que esses habitats estão presentes na maior parte da RVS de Santa Cruz, bem como na APA Costa das Algas. Esse ambiente de sedimentação é composto por sedimentos originados no próprio ambiente marinho (autóctones), ricos em biodetritos carbonáticos, e que está situado entre as profundidades de 35 metros até o talude continental; e sedimentos de origem terrígena ou continental (alóctones), situado desde a profundidade de 35 metros até a linha de costa.

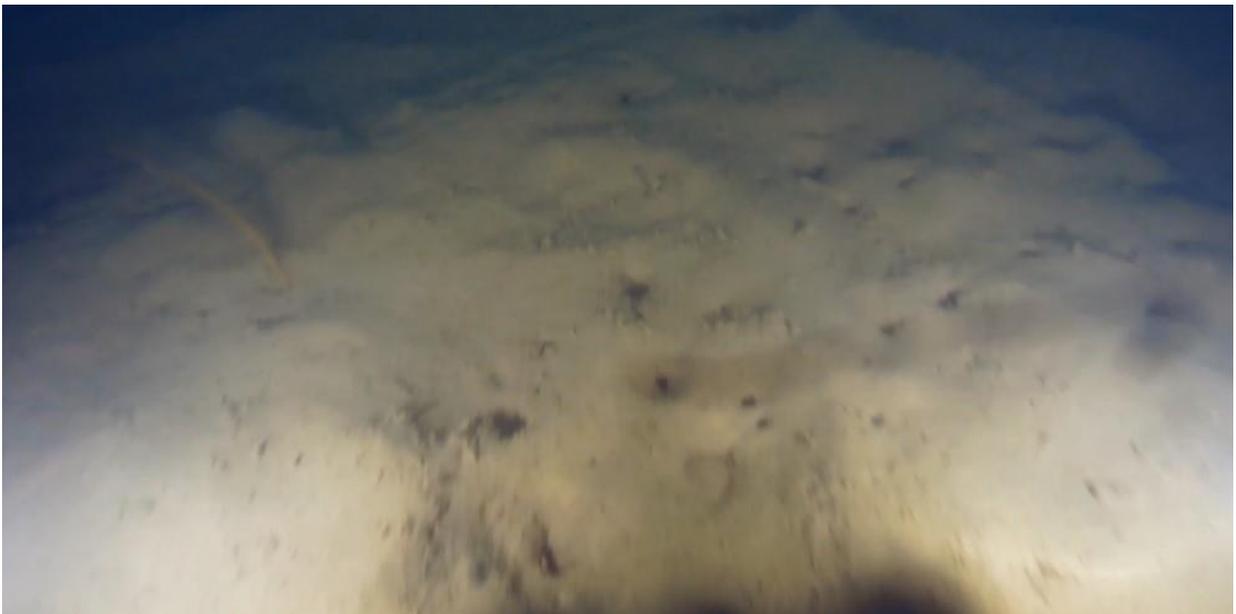
Além das contribuições acima mencionadas para esse ambiente, temos a influência da Pluma do Rio Doce na região, ocasionada pelo desastre na barragem de Fundão (SAMARCO mineradora), Mariana-MG, que ocorreu no dia 05 de novembro de 2015 e a lama de rejeito percorreu mais de 600 km ao longo do Rio Doce chegando à foz e aportando no ambiente marinho em 22 de novembro de 2015, o qual foi considerado um dos maiores senão o maior desastre ambiental da história do Brasil (Piske, 2016).

Figura 16 - Pluma de sedimentos na área da APA Costa das Algas ao sul do rio Piraquê-Açu



Fonte: ICMBio (2016).

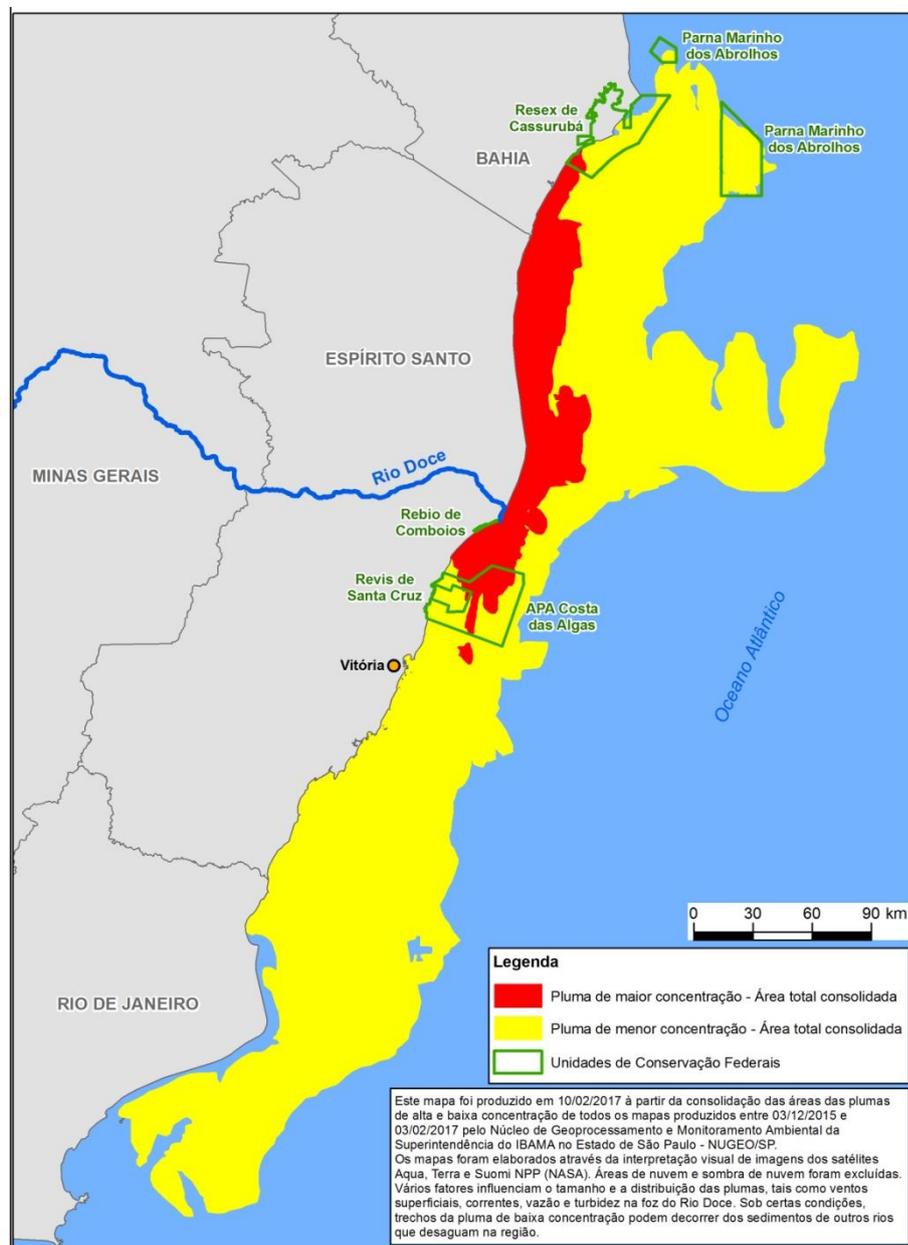
Figura 17 - Área localizada na RVS (área de proteção integral) sem atividade biológica, coberta por sedimento do tipo lamoso no ponto 11.



Fonte: Elaborada pela autora. Imagens obtidas através do ROV

Cabe ressaltar que quando se trata das UCS, RVS de Santa Cruz de proteção integral e a APA Costa das Algas de uso sustentável, estamos tratando de ambientes protegidos e sensíveis do ponto de vista de equilíbrio ambiental. De acordo com o Relatório publicado em 2017 pela Universidade Federal do Espírito Santo, qualquer interferência nas características físicas do sedimento da área pode levar a problemas sérios de difícil detecção, como o aporte elevado de sedimentos no desastre de Mariana.

Figura 18 - Consolidação das áreas totais afetadas pelas plumas de alta e baixa concentração de todos os mapas produzidos entre 03/12/2015 e 03/02/2017



Fonte: IBAMA – NUGEO/SP

A área é dominada por fundos bioclásticos e biogênicos, principalmente a partir de 30m de profundidade (Bastos *et al.*, 2015). Fundos de rodolitos dominam o habitat da plataforma externa com a presença da espécie endêmica de macroalga *Laminaria abyssalis*. Fundos recifais formados pela fusão de rodolitos já foram verbalmente descritos e observados. A morfologia irregular da plataforma externa com a presença de paleocanais associados à rodolitos e crostas de algas calcáreas formam um habitat ainda pouco conhecido e potencialmente impactado pelo desastre (Bastos *et al.*, 2017).

Nestes ambientes de sedimentação de águas mais rasas alguns componentes orgânicos e inorgânicos como nutrientes, metais, radionuclídeos, hidrocarbonetos (Lacerda; 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; 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 podem ocorrer nas áreas das UCs, devido à influência dos teores de metais sobre a abundância da macrofauna bentônica, sobretudo nas 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 que nos demais habitats. Por outro lado, as fácies Areia Biolitoclástica (ABl), 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 do presente estudo, por constituírem um substrato estruturalmente mais complexo, apresentam 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 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. No presente estudo, Cromo (Cr), Vanádio (V),

Manganês (Mn) e Zinco (Zn) mostram estreita associação com os sedimentos finos e ricos em matéria orgânica da 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 (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, local em que os talos da alga aproveitam melhor a penetração da intensidade e qualidade da luz, podendo variar de 8 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 com as colocações de Dias (2000) e outros estudos feitos na área (Albino, 1999).

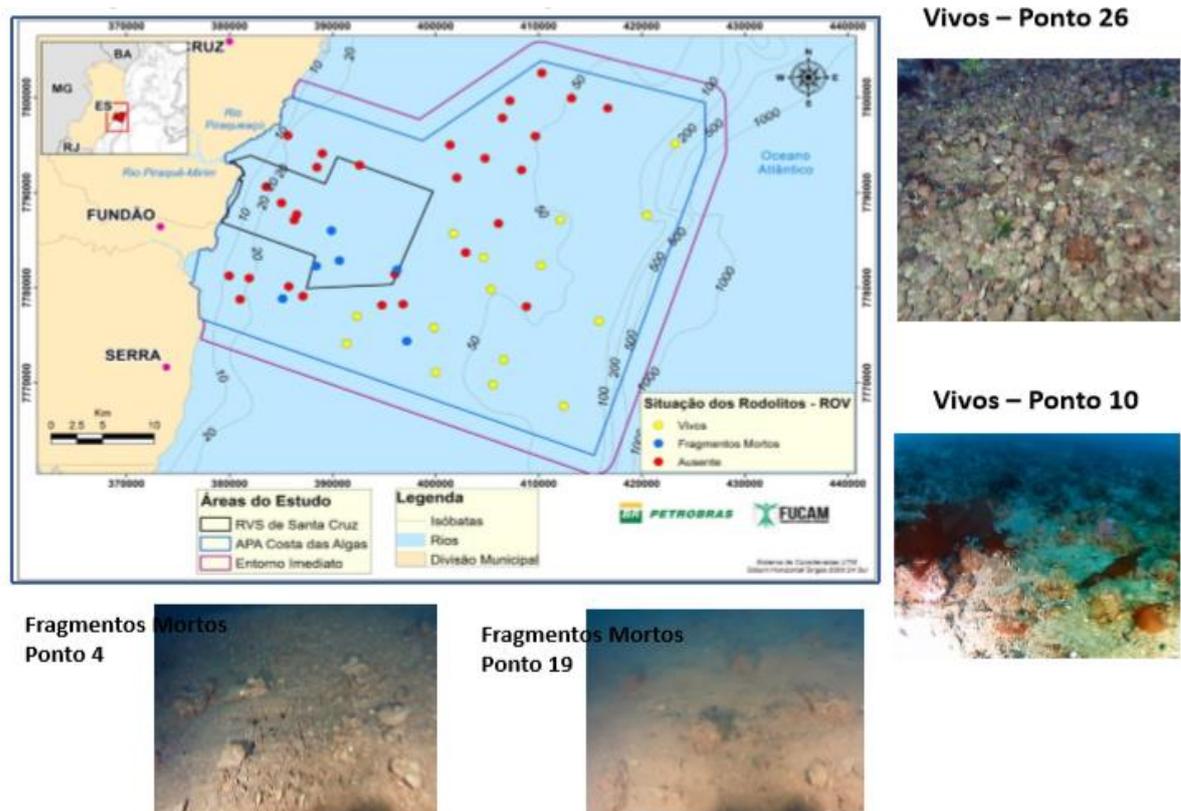
Tendo em vista que ocorrem bancos de maerl e *Lithothamnium* associados a fragmentos de rodolitos e sedimentos biolitoclásticos, nas profundidades de 40 a 60 metros nos canais submersos da UC APA Costa das Algas, formando a fácies sedimentar Areia Bioclástica (AB) e os habitats marinhos Ss(AB)1A (Sedimento cascalhoso não consolidado) e Ss(AB)w1 (Sedimento cascalhoso não consolidado com marcas onduladas de fundo), além da fácies Areia Biolitoclástica (ABl) e os habitats Ss(ABl)1 (Sedimento arenoso e cascalhoso não consolidado) e Ss(ABl)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.* 2012; Pascelli *et al.*, 2013), como os que ocorrem na área do presente estudo, onde estão distribuídos entre as profundidades de 40 e 100 metros, até as proximidades da margem da plataforma continental,

formando a fácies sedimentar Rodolitos (R) e o habitat marinho Ss(R)[a-r]1B – Seixos carbonáticos com algas vermelhas (Rodolitos). Portanto, dependendo da área em que foram encontrados os rodolitos, eles podem ser encontrados vivos, mortos ou ausentes (Figura 9), o que pode ser um indicativo dos impactos ambientais ocorridos nas UCS.

Os produtos e serviços representados por essa biodiversidade estão sob ameaça, dada a presença cada vez mais frequente e abundante de estressores ambientais relacionados à sua exploração direta, à pesca de arrasto, à exploração de petróleo e à poluição costeira (Wilson *et al.*, 2004, Riul *et al.*, 2008). Os rodolitos são utilizados na maioria das vezes como bioindicadores, pois alterações no meio físico-químico relacionadas aos impactos negativos dessas atividades levam à redução da atividade fotossintetizante, comprometendo o metabolismo desses organismos e eventualmente levando à morte de rodolitos e epibentos associados (Horta *et al.*, 2015).

Figura 19 - Distribuição dos rodolitos encontrados nas UCS



Fonte: Elaborada pela autora. Projeto de Pesquisa “Estudo Detalhado do Leito Oceânico no Interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m”.

Verificou-se, ainda, a presença de rodolitos associados aos Recife, onde se percebeu extensos acúmulos de algas, que constituem um componente importante dos ecossistemas

mesofóticos, tendo sido a hipótese de coalolência de rodolitos como um possível mecanismo para a formação de recifes de carbonato (Amado-Filho *et al.*, 2016). De fato, muitos recifes biogênicos brasileiros são formados principalmente pelo crescimento de algas vermelhas calcárias, briozoários, milleporídeos e corais escleráticos (Bastos *et al.*, 2018; Leão *et al.*, 2016).

O Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) 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 apresenta 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, pode ser utilizado 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 das fácies sedimentares Areia Biolitoclástica (ABI) e Areia Bioclástica (AB) e seus respectivos habitats marinhos.

A morfologia de fundo da área do presente estudo apresenta 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 do 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 a margem da plataforma continental (Boni *et al.*, 2018), porém são mais abundante 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 – Recifes rochoso exposto com algas vermelhas e verdes, influenciado pela zona intermarés, são 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; 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 presente estudo as imagens do ROV registraram a presença destas marcas onduladas entre as profundidades 10 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(AB)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, AB)g2 – Sedimento inconsolidado em canal. Os canais constituem, portanto, 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 às fácies sedimentares Areia Biolitoclástica (ABI), Areia Bioclástica (AB) e Rodolitos (R), originadas pela sedimentação marinha, as que apresentaram o maior número de espécies. 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 com 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; Bemvenuti, 2004).

Além disso, substratos de areia em áreas rasas são mais instáveis do que aqueles de áreas mais profundas, devido à 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 às

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, o que, 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, devido à elevada rugosidade. O ambiente recifal é considerado um dos ecossistemas mais ricos do planeta, apresentando uma alta diversidade de espécies com papel fundamental na resiliência dos recifes de corais (Nyström *et al.*, 2000; McClanahan *et al.*, 2002; Scheffer *et al.*, 2001). Os recifes podem ser construídos 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; Dethier, 1994; Kikuchi; Leão, 1997; Leão; Dominguez, 2000).

Vale ressaltar a presença de ecossistemas mesofóticos, que são um dos complexos de recifes mais extensos do Oceano Atlântico Sul, tendo sido localizado principalmente no Banco dos Abrolhos, na ecorregião do leste do Brasil (Spalding *et al.*, 2007). A ocorrência de recifes e leitos de rodolitos tem sido relatada em profundidades de 30 a 93 m (Moura *et al.*, 2013) e 40 a 200 m (Olavo *et al.*, 2011). Geomorfologicamente, esses recifes são descritos como bancos, paleocanais e pináculos submersos, bem como estruturas coalescentes com depressões tipo "sinkhole" (cup-shaped), conhecidas como "buracas". Esses tipos de características são novos e incomuns e podendo aumentar a biomassa e a produtividade da área.

Esses ecossistemas são caracterizados pela presença de corais dependentes de luz e espécies associadas (por exemplo, algas, esponjas e peixes), constituindo comunidades complexas em profundidades mesofóticas (isto é, entre 30 e 150 m; Hinderstein *et al.*, 2010).

Segundo Rocha *et al.* (2018) os recifes mesofóticos são ecologicamente distintos, ameaçados e com a mesma necessidade de proteção que os recifes rasos. Portanto, há interesse científico em compreender se e como esse ecossistema podem atuar como área de refúgio e corredor ecológico, onde espécies marinhas seriam mantidas longe de estressores locais e

globais, como anomalias térmicas e poluição, que afetam os ecossistemas de águas rasas (Turner; Babcock; Kendrick, 2017).

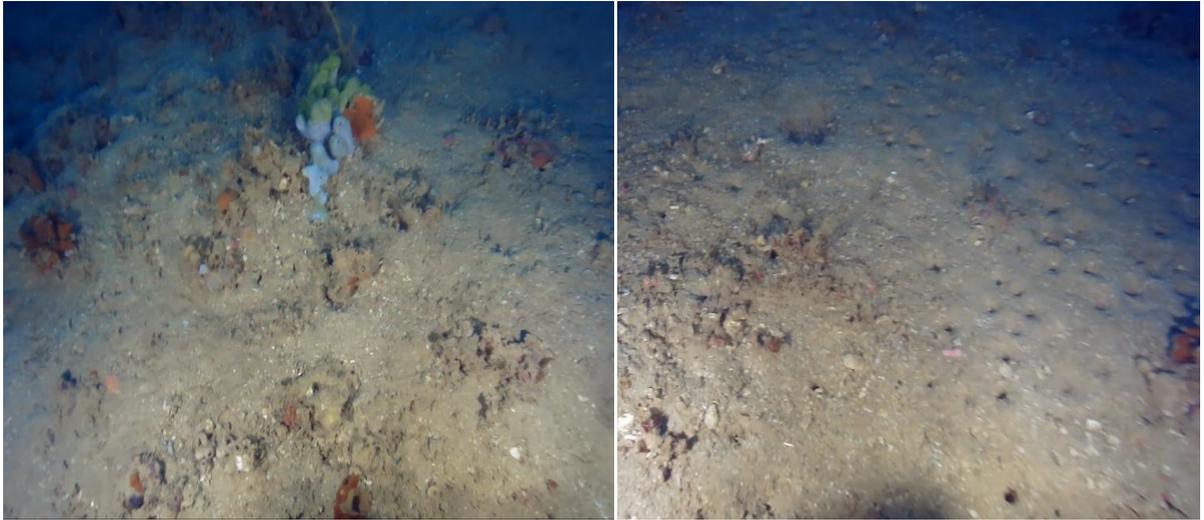
Os recifes mostraram significativa abundância de organismos, tanto da fauna como da flora marinha, devido à elevada rugosidade. O ambiente recifal é considerado um dos ecossistemas mais ricos do planeta, apresentando uma alta diversidade de espécies com papel fundamental na resiliência dos recifes de corais (Nyström *et al.*, 2000; McClanahan *et al.*, 2002; Scheffer *et al.*, 2001). Os recifes podem ser construídos 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; Dethier, 1994; Kikuchi; Leão 1997; Leão; Dominguez, 2000).

De acordo com o ICMBio a criação das unidades estudadas, teve por objetivos a proteção dos ambientes naturais da região, que apresentam elevada biodiversidade associada à ocorrência de bancos e pradarias de algas marinhas, sendo indicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como área prioritária para conservação da biodiversidade. São encontradas na área da APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz uma variedade de fisionomias do relevo submarino, com a ocorrência predominante de sedimentos biodetríticos e biolitolclásticos e também de couraças lateríticas e sedimentos litoclásticos. Observa-se, ainda, a 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 laminarias, proporcionando substrato, abrigo e alimentação para diversificada fauna bentônica, demersal e pelágica na região.

Foi observado que o Refúgio de Vida Silvestre, apesar de estar enquadrada como uma área proteção integral deveria ser a área mais preservada, quando comparada a APA Costa das Algas que é uma área de uso sustentável, logo bem menos restritiva. Na RVS a maior parte da área é composta por biodetritos e uma lama muito fina, a qual aparenta soterrar uma parte da área estudada, que poderia ser composta de por outro tipo de habitat (Figura 20).

Foi verificada, ainda, uma quantidade elevada que se assemelham a estruturas de bioturbação (Figura 21), porém não se pode afirmar qual a espécie seria responsável por esse tipo de formação em quantidades tão elevadas como as encontradas. Os estudos envolvendo perturbações biológicas no sedimento, como a bioturbação, resultante de atividades da fauna como alimentação e locomoção, tornaram-se mais intensos atualmente, inserindo-se comparações com parâmetros sedimentares e comunidades associadas a ambientes terrestres e aquáticos (Aller *et al.*, 1983; Aller; Yingst, 1985; Kinoshita *et al.*, 2003; Friedrichs *et al.*, 2009; Araújo Jr. *et al.*, 2012).

Figura 20 - Área na RVS com características de recuperação, indicando o soterramento por sedimentos finos.



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 21 - Presença de estruturas de bioturbação, em grandes quantidades.



Fonte: Elaborada pela autora

Para obter dirimir estes questionamentos, o ideal seria a realização de mergulho técnico e científico, em alguns pontos específicos que foram identificados nos vídeos realizados pelo ROV (Tabela 3), como a observação de alguns componentes possivelmente ligados à biologia das UCs, para melhor compreensão das ações relacionadas com pesquisas de oceanografia física, geológica, biológica, dentre outros. Com as técnicas de mergulho é possível identificar de forma mais fidedigna os potenciais impactos ambientais marinhos, sendo possível propor medidas mitigadoras no âmbito da conservação marinha condizente com a realidade da área.

Seria de relevante importância uma investigação *in loco*, nos pontos propostos para que se pudesse obter imagens detalhadas e amostras das áreas. Foram selecionados alguns pontos com maior grau de importância e dentre esses foram definidos quatro pontos de maior relevância para a realização dos mergulhos científicos. Os pontos foram escolhidos de acordo com seu grau de importância e profundidade para que sejam viáveis quanto ao quesito segurança dos mergulhadores.

Tabela 3 - Pontos selecionados para realização de mergulhos.

Ponto	(E)	(N)	Prof. (m)	Descrição Macroscópica da Amostra Bruta
11	402046	7791573	-55,0	Bioturbação, troncos, buracos grandes, área dentro da RVS
24	387125	7779134	-37,6	Bioturbação, esponjas semi enterradas, ambiente com características de recuperação.
28	423248	7795134	-62,6	Bioturbação, troncos, indícios de esponjas e algas
30	406589	7772452	-48,7	Bioturbação, rodolitos

Fonte: elaborada pela autora.

Observa-se que a RVS se encontra inserida dentro da área da APA, o que nos leva a refletir quanto à restrição de seus usos, pois teremos uma unidade de categoria de proteção integral, dentro de uma unidade de uso sustentável. De acordo com o Decreto de 17 de junho de 2010 (Brasil, 2010), que versa sobre criação da APA, em seu artigo 1º, parágrafo II, um de seus objetivos é a valorização das atividades pesqueiras de subsistência, atividade que pelo SNUC é restrita para unidades de proteção integral.

É possível perceber, ainda, contradições do Decreto de criação com a Lei do SNUC, pois o Decreto que dispõe sobre a criação do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, que em seu artigo 1º menciona se tratar de uma unidade de conservação de proteção integral, bem como os objetivos de sua criação. Por outro lado, no artigo 6º menciona a possibilidade da manutenção de atividade pesqueira dentro da unidade:

Art. 1º Fica criado o Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, unidade de conservação de proteção integral, no Estado do Espírito Santo, localizado na região costeira do Município de Aracruz e em águas jurisdicionais da região marinha confrontante aos Municípios de Aracruz, Fundão e Serra, com o objetivo de:

I - proteger a diversidade biológica e os ambientes naturais, principalmente os fundos colonizados por algas e outras comunidades bentônicas, bem como sua fauna associada, as espécies residentes e migratórias que utilizam a área para alimentação, reprodução e abrigo, os manguezais e vegetação costeira e as formações sedimentares bioclásticas e litoclásticas, importantes para a estabilidade da orla marítima;

II - valorizar o uso turístico, recreacional e educativo da orla marítima através de ordenamento do seu uso e ocupação para assegurar a compatibilidade entre a utilização da terra e os recursos naturais; e

III - contribuir para a recuperação dos recursos biológicos e para a sustentabilidade das atividades pesqueiras e extrativistas de subsistência e de pequena escala praticadas pelas comunidades costeiras da região no entorno da Unidade de Conservação.

Art. 6º O Plano de Manejo definirá as áreas destinadas à proteção integral dos ecossistemas e elementos da biodiversidade e as áreas e recursos biológicos passíveis de utilização para atividades pesqueiras de pequena escala ou para fins de subsistência, compatíveis com os objetivos de conservação da unidade (Brasil, 2010, artigo VI).

De acordo com o SNUC, as unidades de conservação da categoria proteção integral visam à proteção da natureza e, por isso, as regras são mais restritivas. Nesse grupo é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos aos recursos naturais. Entre os usos indiretos dos recursos naturais podemos ter a recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental, entre outras.

Dito isso, a atividade pesqueira deveria ser totalmente proibida dentro dos limites da RVS, independentemente de ser enquadrada como pescadores profissionais ou pescadores artesanais com fins de subsistência. O decreto traz ainda em seu parágrafo único a permissão de atividades que não devem ser praticadas em áreas de proteções integrais, que ficam permitidas até que seja editado o seu plano de Manejo:

Parágrafo único. Até que o Plano de Manejo seja editado, ficam permitidas a prática de atividades de pesca realizadas por pescadores profissionais, exclusivamente nas modalidades de linha de mão, rede de espera, rede de arrasto com recolhimento manual para captura de iscas (camarão), operadas desembarcadas ou a partir de embarcações de no máximo nove metros e meio de comprimento total e a coleta manual de invertebrados na faixa entre marés para consumo próprio e venda como produtos para alimentação, vedada a extração com fins de comercialização para fins medicinais, ornamentais e de aquarofilia (Brasil, 2010, *online*).

O fato é que, de acordo com a Lei do SNUC, o plano de manejo deveria ser elaborado até o ano de 2015, e até então não foi elaborado. Enquanto isso a unidade esta sujeita a impactos antrópicos, como o da pescaria de arrasto de fundo praticado na região, os quais que já deveriam ter sido proibidos na redação do Decreto de criação das UCS.

É importante para a UC que em sua Lei ou Decreto de Criação, seus objetivos já estejam em conformidade com as exigências mínimas estabelecidas pelo SNUC, priorizando o princípio da precaução até que os dados da unidade sejam reunidos e analisados para, a partir

disso, entender o seu contexto, definindo quais são as ameaças, as fragilidades e as formas de uso.

## 5 CONCLUSÃO

Quando se fala em 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 nos referimos às Unidades de Conservação Marinhas, existe uma dificuldade maior de obtenção de dados pretéritos, pois para se obter essas informações é necessário o uso de ferramentas como mergulho, ROV, métodos geofísicos, dentre outros, o que exigem um investimento financeiro e uma mão-de-obra especializada, dificultando a obtenção e o monitoramento dessas unidades.

Na área das Unidades de Conservação existem pelo menos dois megahabitats, 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, na qual não foi detalhado no presente 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 regimes distintos de sedimentação, separadas nas proximidades da isóbata de -35 metros há predominância do regime de sedimentação marinha constituído por areias biolitoclástico, bioclástica e bancos de rodolitos, sobretudo na APA Costa das Algas. Isso 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 inconsolidados, o tipo e composição do sedimento de fundo, que define 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. Arelado a isso, os bancos de rodolitos, que definem a 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 apresentaram rica distribuição de organismos da fauna e flora marinha, sobretudo aos pertencentes à ictiofauna. Já os canais submersos, compostos por uma variedade maior de sedimentos como os biolitolásticos, 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 esta ligada com sua capacidade de resiliência às variações físicas, químicas e biológicas do meio e/ou impactos ambientais ocorridos na área estudada.

Desta forma, 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 na 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.

Portanto, o mapeamento dos habitats marinhos e da biota associada nas áreas das Unidades de Conservação pode 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.

O fato é que não se pode gerenciar ou proteger algo que não se conhece, e que não foi mapeado. Tendo em vista esta lacuna de conhecimento, o avanço tecnológico em métodos geofísicos nas últimas décadas contribuiu para a evolução em pesquisas com a temática de mapeamento de habitat marinho (Greene *et al.*, 1999; Kenny *et al.*, 2003; Frid; Paramor; Scott, 2006; Amend *et al.*, 2007; Cogan; Noji, 2007). Logo, a soma de todos estes atributos resultou em um mapa temático com todos os habitats das unidades de conservação, que poderá auxiliar no estabelecimento da diferenciação de intensidade de uso mediante zoneamento e visando ainda à proteção de seus recursos naturais e culturais.

No que diz respeito à RVS de Santa Cruz, de acordo com os dados analisados, a área se mostrou com aspectos de degradação e uma das áreas mais impactadas pelo rompimento da barragem da Samarco, necessitando pesquisas mais aprofundadas, para identificar o que de fato ocorreu nessa área e seu nível de degradação. Em relação à elaboração do Plano de Manejo deverá ser reavaliado os usos permitidos nas unidades descritos em sua Lei de Criação, para

que esteja de consonância com a Lei do Sistema de Unidades de Conservação (SNUC), garantindo assim a preservação da unidade e manutenção dos seus serviços ecossistêmicos.

Dadas as crescentes pressões humanas que levam a ameaças quanto à conservação dos ambientes marinhos, o aumento de Áreas Marinhas Protegidas é fundamental, visando à proteção de biodiversidade única. No entanto, um claro desajuste espacial entre o grau de proteção existente e todas as prioridades de conservação em todo o mundo foi detectado (Lindegren *et al.*, 2018).

A elaboração de levantamentos como esse anterior a criação de uma UC, oferecem uma oportunidade para evitar erros na delimitação da UC, bem como em seu zoneamento e planejamento. Estudos específicos para a criação e expansão de AMPs devem fornecer informações sobre seu tamanho, espaçamento, conectividade, gerenciamento e forma, a fim de alcançar a eficácia ecológica para ações de conservação (Soares; Tavares; Carneiro, 2018).

Quando da Elaboração de Manejo pelos órgãos competentes são utilizados dados primários obtidos através de pesquisadores e empresas de consultorias, o ideal é 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 a dados de qualidade para nortear as ações definidas nos planos para as UC.

Face ao exposto, o mapeamento dos habitats marinhos e da biota associada nas áreas das Unidades de Conservação pode 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.

Com isto, será possível associar os habitats e os serviços ecossistêmicos oferecidos por estes ecossistemas costeiros e marinhos, propiciando assim um sistema de gestão com medidas mais efetivas na conservação e manejo das unidades de conservação, contribuindo significativamente para a elaboração dos planos de manejos das duas unidades de conservação estudadas.

## 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**, [S.l.], v. 51, p. 91-104, 2014.
- ALBINO, J. **Processos de Sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES**. 1999. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ALLER, R. C.; YINGST, J. Y. Effects of the marine deposit-feeders *Heteromastus filiformis* (*Polychaeta*), *Macoma balthica* (*Bivalvia*) and *Tellina texana* (*Bivalvia*) on averaged sedimentary solute transport, reaction rates, and microbial distributions. **J. Mar. Res.**, [S.l.], v. 43, p. 615-645, 1985.
- ALLER, R. C.; YINGST, J. Y.; ULMAN, W. J. Comparative biogeochemistry of water in intertidal *Onuphis* (*Polychaeta*) and *Upogebia* (*Crustacea*) burrows: temporal patterns and causes. **J. Mar. Res.**, [S.l.], v. 41, p. 571-604, 1983.
- AMADO FILHO, G. M.; MOURA, R. L.; BASTOS, A. C.; FRANCINI-FILHO, R. B.; PEREIRA FILHO, G. H.; BAHIA, R. G.; MOTTA, F. S. Mesophotic ecosystems of the unique South Atlantic atoll are composed by *Rhodolith* beds and scattered consolidated reefs. **Marine Biodiversity**, [S.l.], v. 46, n. 4, p. 933-936, 2016.
- 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 CaCo<sub>3</sub> bio-factories in the tropical South West Atlantic. **PLoS ONE**, [S.l.], v. 7, n. 4, p. e35171, 2012.
- AMADO FILHO, G. M.; PEREIRA FILHO, G. H. 2012. *Rhodolith* beds in Brazil: a new potential habitat for marine bioprospection. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.l.], v. 22, n. 4, p. 782-788, 2012.
- AMEND, M. R.; YOKLAVICH, M. M.; RZHANOV, Y.; GRIMES, C. B.; WAKEFIELD, W. W. Mosaics of benthic habitats using laser line scan technology. **Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada**, [S.l.], v. 47, p. 61-69, 2007.
- 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**, [S.l.], v.8, p. 86-103, 2018.
- ANDERSON, J. T.; HOLLIDAY, D. V.; KLOSER, R.; REID, D. G.; SIMARD, Y. Acoustic seabed classification: current practice and future directions. **ICES Journal of Marine Science**, [S.l.], v. 65, n. 6, p. 1004-1011, 2008.

APRILE, F. M.; LORANDI, R.; BIANCHINI JUNIOR, I. A dinâmica costeira e os processos erosivos na Foz do Rio Doce, Espírito Santo – Brasil. **Bioikos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 71-78, 2004.

ARAÚJO JR., J. M. C.; OTERO, X. L.; MARQUES, A. G. B.; NÓBREGA, G. N.; SILVA, J. R. F.; FERREIRA, T. O. Selective geochemistry of iron in mangrove soils in a semiarid tropical climate: effects of the burrowing activity of the crabs *Ucides cordatus* and *Uca maracoani*. **Geomarine Letters**, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 289-300, 2012.

AYRES NETO, A.; BAPTISTA NETO, J. A. Métodos diretos e indiretos de investigação de fundo marinho. In: BATISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, E. E. **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 127-152.

ALVES, E. C.; PONZI, V. R. Características morfológico-sedimentares da plataforma continental e talude superior da margem continental sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XXXVIII., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 1984.

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**, [S.l.], v. 58, n. 4, p. 323-337, 2010.

BARATA, D. **Clorofíceas marinhas bentônicas do Estado do Espírito Santo**. 2004. 216f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 2004.

BASTOS, A. C.; MOURA, R. L.; MORAES, F. C.; VIEIRA, L. S.; BRAGA, J. C.; RAMALHO, L. V.; AMADO FILHO, G. M.; MAGDALENA, U.; WEBSTER, J. M. Bryozoans are major modern builders of South Atlantic oddly shaped reefs. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 8, p. 96382018, 2018.

BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S.; MARANGONI, M. B.; D'AGOSTINI, D. P.; BOURGUIGNON, S. N.; CETTO, P. H.; SILVA, A. E.; FILHO, G. M. A.; MOURA, R. L.; COLLINS, M. Shelf morphology as an indicator of sedimentary regimes: a synthesis from a mixed siliciclastic-carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. **Journal of South American Earth Sciences**, [S.l.], v. 63, n. 12, p. 125-136, 2015.

BASTOS, A. C. *et al.* **Monitoramento da influência da pluma do Rio Doce após o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana/MG – novembro de 2015: processamento, interpretação e consolidação de dados**. 2017. Disponível em: [https://www.ufes.br/sites/default/files/anexo/relatorio\\_consolidado\\_ufes\\_rio\\_doce-julho\\_2017.pdf](https://www.ufes.br/sites/default/files/anexo/relatorio_consolidado_ufes_rio_doce-julho_2017.pdf). Acesso em: 11 mar. 2019.

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

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). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA(SBGGM), I., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2018. p. 156-157.

BRASIL. **Roteiro Metodológico de planejamento**. Edições IBAMA. Documento interno IBAMA, 2002. Disponível Em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/roteirometodologicoparaelaboracaodeplanodema nejoparaflorestasnacionaisdigital.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

BRASIL. **Decreto de 17 de junho de 2010**. Dispõe sobre a criação do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 18 de junho de 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **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**. Espírito Santo: IBAMA, 2006.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o Artigo 255, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BROOK, A.; FOTHERINGHAM, S.; BRADLY, J.; JENKINS, A. Barium accumulation by desmids of the genus *Closterium* (*Zygnemaphyceae*). **British Phycological Journal**, [S.l.], 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**, [S.l.], v. 70, n. 10, p. 1242–1247, 2009.

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**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 27–43, 2004.

CHRISTENSEN, O.; KOSTYLEV, V.; LONGVA, O.; THORSNES, T.; COURTNEY, R. C.; GJEVIK, B. Correlations of geological and biological elements in marine habitat mapping in glaciated areas; field tests from the coast of Møre and Romsdal County, western Norway. **Norwegian Journal of Geology**, Trondheim, v. 89. p. 233–249, 2009.

CNUDM. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. **Diário da República, n.238/97, série I-A, 1º suplemento**. 1997. Disponível em: [http://www.mpes.gov.br/anexos/centros\\_apoio/arquivos/10\\_21021533221762009\\_ConvençãodasNaçõesUnidasSobreoDireito doMar.pdf](http://www.mpes.gov.br/anexos/centros_apoio/arquivos/10_21021533221762009_ConvençãodasNaçõesUnidasSobreoDireito doMar.pdf). Acesso em: 17 jul. 2019.

COGAN, C. B.; NOJI, T. T. Marine classification, mapping, and biodiversity analysis. In Mapping the Seafloor for Habitat Characterization. In: TODD, B. J.; GREENE, H. G. **Geological Association of Canada**. St John’s: Newfoundland, 2007. p. 129–139.

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. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/\\_arquivos/levarte.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/revizee/_arquivos/levarte.pdf). Acesso em: 10 jul. 2019.

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. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA (SBGGM)*, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBGGM, 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. 2019. Morphology and sedimentology of the shelf-upper slope transition in the Abrolhos continental shelf (east Brazilian margin). **GeoMarine Letters**, [S.l.], v. 39, p. 117–134, 2019.

DAVIS JR., R. A. **Depositional Systems: an introduction to Sedimentology and Stratigraphy**. 2. ed. California: Prentice Hall, 1992.

DIAS, G. T. M. Granulados Bioclásticos – Algas Calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**, [S.l.], v. 18, n. 3, p. 307-318, 2000.

DIAS, J. A. **A análise sedimentar e conhecimento dos sistemas marinhos: uma introdução à oceanografia geológica**. Algarve: Edição Preliminar, Universidade do Algarve, 2004.

DIAS, G. T. M. Classificação de sedimentos marinhos inconsolidados - proposta de representação em cartas sedimentológicas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 39., Salvador. **Anais [...]**. Salvador, 1996.

DIAZ, R.J.; SOLAN, M.; VALENTE, R.M. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. **Journal of Environmental Management**, [S.l.], v. 73, p. 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. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2007.

DOMINGUEZ, J. M. L. **Response of the narrow, shallow shelf off eastern Brazil to prolonged sub-aerial exposure during the quaternary**. Foz do Iguaçu: AGU- Meeting of Americas, 2010.

DURAND, S.; LEGENDRE, P.; JUNIPER S. K. Sonar backscatter differentiation of dominant macrohabitat types in a hydrothermal vent field. **Ecological Applications**, [S.l.], v. 16, n; 4, p. 1421-1435, 2006.

EUROPEAN NATURE INFORMATION SYSTEM. **Portal de dados da EU**. 2012. Disponível em: [https://data.europa.eu/euodp/pt/data/dataset/void\\_eunis](https://data.europa.eu/euodp/pt/data/dataset/void_eunis). Acesso em: 12 mar. 2019.

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**, Teresina, n. 2657, on-line, 2010. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/17519>. Acesso em: 7 jul. 2019.

FONTES, L.C.S.; SANTOS, J.R.; SANTOS, L.A.; MENDONCA, J.B.S.; SANTOS, M.S. Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental de Sergipe -Alagoas. *In*: FONTES, L.C.; KOWSMANN, R.O.; PUGABARNABÉU, A. (Ed.). **Geologia e geomorfologia da Bacia de Sergipe-Alagoas**. São Cristóvão: Editora UFS, 2017. p. 62-96.

FOSTER, M. S. Rhodoliths: Between rocks and soft places. **J. Phycol.**, [S.l.], v. 37, p. 659-667, 2001.

FOSTER, M. S. *et al.* Diversity and natural history of a Lithothamnion muelleri-Sargassum horridum community in the Gulf of California. **Cienc. Mar.**, [S.l.], v. 33, n. 4, p. 367-384, 2007.

FRID, C. L. J.; PARAMOR, O. A. L.; SCOTT, C. L. Ecosystem-based management of fisheries: is science limiting? **ICES Journal of Marine Science**, [S.l.], v. 63, p. 1567-1572, 2006.

FRIEDRICHS, M.; LEIPE, T.; PEINE, F.; GRAF, G. Impact of macrozoobenthic structures on near-bed sediment fluxes. **J. Mar. Syst.**, [S.l.], v. 75, p. 336-347, 2009.

GHERARDI, D. F. M. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, southern Brazil. **Braz. J. Oceanogr.**, [S.l.], v. 52, n. 3-4, p. 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*: TODD, B. J.; GREENE, H. G. **Mapping the Seafloor for Habitat Characterization**. St John's: Geological Association of Canada, 2007. p. 141-155.

GREENE, H. G.; YOKLAVICH, M. M.; STARR, R. M.; O'CONNELL, V. M.; WAKEFIELD, W. W.; SULLIVAN, D. E.; MCREA JR., J. E.; CAILLIET, G. M. A classification scheme for deep seafloor habitats. **Oceanologica Acta**, [S.l.], v. 22, p. 663-678, 1999.

HEWITT, J. E.; THRUSH, S. F.; LEGENDRE, P.; FUNNELL, G. A.; ELLIS, J.; MORRISON, M. Mapping of marine soft-sediment communities: integrated sampling for ecological interpretation. **Ecological Applications**, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 1203-1216, 2004.

HINDERSTEIN, L. M.; MARR, J. C. A.; MARTINEZ, F. A.; DOWGIALLO, M. J.; PUGLISE, K. A.; PYLE, R. L.; APPELDOORN, R. Theme section on 'mesophotic coral ecosystems: Characterization, ecology and management. **Coral Reefs**, [S.l.], v. 29, p. 247-251, 2010.

HORTA, P. A. *et al.* Monitoramento de banco de rodolitos. *In*: TURRA, A.; DENADAI, R. (Orgs.). **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros: rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015. p. 48-61.

ICMBio. Centro TAMAR e RVS Santa Cruz. **Informação Técnica nº 1/2016, de 29 de junho de 2016**. 2016. Disponível em:

[https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/Rio\\_Doce/nota\\_tecnica\\_23\\_2017\\_Tamar\\_ICMBio\\_monitoramento\\_pluma.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/Rio_Doce/nota_tecnica_23_2017_Tamar_ICMBio_monitoramento_pluma.pdf). Acesso em 10 jul. 2018.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. **Guidelines for protected areas: management categories**. Gland: International Union for Conservation of Nature - IUCN, World Conservation Monitoring Centre - WCMC, 1994.

JOLY, C. A. *et al.* Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, v. 89, p. 114-133, 2011.

JONES, G. P.; SYMS, C. Disturbance, habitat structure and the ecology of fishes on coral reefs. **Austral Ecol**, [S.l.], v. 23, n. 3, p. 287-297, 1998.

KELLEHER, G. **Guidelines for Marine Protected Areas**. IUCN. Gland: Switzerland and Cambridge, 1999.

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**, [S.l.], v. 21, n. 6, p. 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**, [S.l.], v. 60, p. 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**, [S.l.], v.1, p. 731-736, 1997.

KING, C. A. M. Some problems concerning marine planation and formation of erosion surface. **Trans. Pap. Inst. Brit.Geogr.**, [S.l.], n. 33, p.29-43, 1963.

KINOSHITA, M. W.; KOGURE, K.; FUROTA, T. Mud shrimps burrows as dynamic traps and processors of tidal-flat materials. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, [S.l.], v. 247, p. 159-164, 2003.

LACERDA, L. D.; MARINS, R. V. Geoquímica de sedimentos e o monitoramento de metais na plataforma continental nordeste oriental do Brasil. **Geochemica Brasiliensis**, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 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**, Juzevê, n. 8, p. 97-104, 2003.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; FERREIRA, B. P.; NEVES, E. G.; SOVIEROSKI, H. H.; OLIVEIRA, M. D.; MAIDA, M.; CORREIA, M. D.; JOHNSON, R. Brazilian coral reefs in a period of global change: **Asynthesis. Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 64, n. esp2, p. 97-116, 2016.

LEÃO, Z.M.A.N.; DOMINGUEZ, J.M.L. Tropical coast of Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [S.l.], v. 41, n. 1-6, p. 112-122, 2000.

LINDEGREN, M.; HOLT, B. G.; MACKENZIE, B. R.; RAHBECK, C. A global mismatch in the protection of multiple marine biodiversity components and ecosystem services. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 8, p. 4099, online, 2018.

LONGO, L. L.; AMADO FILHO, G.M. Knowledge of Brazilian benthic marine fauna throughout time. **Hist Ciênc Saúde Manguinhos**, [S.l.], n. 21, p. 995-1010, 2014.

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.

LOURENÇO, S. O.; MARQUES JUNIOR, A. N. Produção primária marinha. In: PEREIRA, R. C., SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 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.**, [S.l.], v. 47, p. 119-126, 2006

LUND, K.; WILBUR, A. R. **Habitat classification feasibility study for coastal and marine environments in Massachusetts**. Boston: Massachusetts Office of Coastal Zone Management, 2007. Disponível em: [https://offshorewindhub.org/sites/default/files/resources/maczm\\_10-9-2007\\_habitatclassificationstudy\\_0.pdf](https://offshorewindhub.org/sites/default/files/resources/maczm_10-9-2007_habitatclassificationstudy_0.pdf). Acesso em: 10 mar. 2017.

MAIOLI, D. G. **Composição e abundância da meiofauna bentônica de rodólitos e sedimentos depositados nos recifes de coraças lateríticas de Santa Cruz, Aracruz-ES**. Vitória. 2009. 43f. Monografia (Bacharelado em Oceanografia e Ecologia) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2009.

MAHIQUES, M. M.; SOUSA, S. H. M. S.; FURTADO, V. V.; TESSLER, M. G.; TOLEDO, F. A. L.; BURONE, L.; FIGUEIRA, R. C. L.; KLEIN, D. A.; MARTINS, C. C.; ALVEZ, D. P. V. The Southern Brazilian Shelf: general, characteristics, quaternary evolution and sedimentary distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, [S.l.], v. 58, p. 25-34, 2010.

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/GPA, 2000. Disponível em: <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/31458/rsrs170.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jan. 2018.

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**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 763-770, 2004.

MCCLANAHAN, T.; POLUNIN, N.; DONE, T. Ecological states and the resilience of Coral Reefs. **Conservation Ecology**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 18-47, 2002.

MILLIMAN, J. D.; AMARAL, C.A.B. Economic potential of Brazilian continental margin sediments. **Soc. Brasil. Geol.**, Porto Alegre, v. 3, p. 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, III.*, 2008, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza, 2008.
- MOURA, R. L. *et al.* Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank. **Continental Shelf Research**, [S.l.], v. 70, n. 1, 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. **Bolm Inst. oceanogr.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 267-270, 1980.
- NETO, B. A. J., PONZI, A. B. V., SICHEL, E. S. **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
- 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**. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, 2015.
- NITTROUER, C.A.; WRIGHT, L.D. Transport of particles across continental shelves. **Review of Geophysics**, [S.l.], v. 32, p. 85-113, 1994.
- NORDBERG, G. F.; FOWLER, B.A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. **Handbook on the Toxicology of Metals**. [S.l.]: Academic Press, 2007.
- NOGUEIRA, M. L. S.; BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S.; VERONEZE, A. S.; COUTO, G. J. Canais e Paleocanais na Plataforma Continental Central do Espírito Santo. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA (SBGGM)*, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: SBGGM, 2018.
- NYSTRÖM, M.; FOLKE, C.; MOBERG, F. Coral reef disturbance and resilience in a humandominated environment. **Tree**, [S.l.], v. 15, n. 10, p. 413-417, 2000.
- OLAVO, G.; COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; FERREIRA, B. P. Shelfedge reefs as priority areas for conservation of reef fish diversity in the tropical Atlantic. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 199-209, 2011.
- 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**, [S.l.], v. 111, p. 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, v. 41, n. 1/2, p. 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**, [S.l.], v. 59, n. 3, p. 201-212, 2011.

PARRY, M. E. V. *et al.* **A deep-sea section for the marine habitat classification of Britain and Ireland**. JNCC report n° 530 Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 2015. Disponível em: [http://data.jncc.gov.uk/data/0d5cbb79-8098-4bfe-9547-5df3fc65667e/JNCC\\_Report-530-FINAL-WEB.pdf](http://data.jncc.gov.uk/data/0d5cbb79-8098-4bfe-9547-5df3fc65667e/JNCC_Report-530-FINAL-WEB.pdf). Acesso em: 10 fev. 2019.

PETROBRAS. **Estudo detalhado do leito oceânico no interior da RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e entorno imediato de 2000m**: variação da Linha de Costa e Limites das Plataformas de Abrasão. 2017-3. Espírito Santo: PETROBRAS, 2017.

PISKE, O. **Mariana**: de quem é a responsabilidade pelo maior desastre ambiental brasileiro? Artigo publicado no site do TJDF - Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios. 2016. Disponível em: [http://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/artigos/2016-1/mariana\\_de-quem-e-a-responsabilidade-pelo-maior-desastre-ambiental-brasileiro-juiz-orian-piske](http://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/artigos/2016-1/mariana_de-quem-e-a-responsabilidade-pelo-maior-desastre-ambiental-brasileiro-juiz-orian-piske). Acesso em: 10 nov. 2018.

PITCHER, C. R. *et al.* 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**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 472-480, 2016.

PRATES, A. P. L. *et al.* Unidades de conservação costeiras e marinhas de uso sustentável como instrumento para a gestão pesqueira. In: PRATES, A. P.; BLANC, D. (Org.). **Áreas aquáticas protegidas como instrumento de gestão pesqueira**. Brasília: MMA/SBF, 2007. p. 27-39.

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**, [S.l.], v. 204, p. 289-300, 2004.

RIUL, P.; TARGINO, C. H.; FARIAS, J. N.; VISSCHER, P. T.; HORTA, P. A. Decrease in *Lithothamnion* sp. (*Rhodophyta*) primary production due to the deposition of a thin sediment layer. **Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom**, [S.l.], v. 88, n. 1, p. 17-19, 2008.

ROCHA, L. A.; PINHEIRO, H. T.; SHEPHERD, B.; PAPASTAMATIOU, Y. P.; LUIZ, O. J.; PYLE, R. L.; BONGAERTS, P. Mesophotic coral ecosystems are threatened and ecologically distinct from shallow water reefs. **Science**, [S.l.], v. 361, n. 6399, p. 281-284, 2018.

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**. Relatório final do projeto de caracterização ambiental regional da bacia do Espírito Santo e parte norte da Bacia de Campos (PCR-ES). Espírito Santo: PETROBRAS, 2015.

SCHEFFER, M.; CARPENTER, S.; FOLEY, J. A.; FOLKE, C.; WALKER, B. Catastrophic shifts in ecosystems. **Nature**, [S.l.], v. 413, p. 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**, [S.l.], v. 115, p. 241-250, 2013.

SHERMAN, G. E. **Quantum GIS (QGIS) ver. 2.4 ‘Chugiak’**. 2007. Disponível em: [http://qgis.org/pt\\_BR/docs/index.html](http://qgis.org/pt_BR/docs/index.html). Acesso em: 10 ago. 2017.

SILVA, A. E.; BASTOS, A. C. Aspectos morfológicos e sedimentológicos da plataforma continental ao longo de um trecho com aporte sedimentar distinto. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, XIV., 2013, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABEQUA, 2013.

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**, [S.l.], v. 83, n. 11, p. 994-1003, 2013.

SOARES, M. D. O., TAVARES, T. C. L.; CARNEIRO, P. B. D. M. Mesophotic ecosystems: Distribution, impacts and conservation in the South Atlantic. **Divers Distrib.**, [S.l.], v. 25, p. 255-226, 2018.

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**, [S.l.], v. 285/286, p. 313-338, 2003.

SPALDING, M. D.; GREENFELL, A. M. New estimates of global and regional coral reef areas. **Coral Reefs**, [S.l.], v. 16, n. 4, p. 225-230, 1997.

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.**, [S.l.], v. 13, n. S1, p. S5-S20, 2003.

STENECK, R. S.; DETHIER, M. N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. **Oikos**, [S.l.], v. 69, n. 3, p. 476-498. 1994.

SUGUIO, K. **Introdução a sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973.

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**, [S.l.], v. 162, n. 1, p. 165-214, 1999.

TURNER, J. A.; BABCOCK, R. C.; KENDRICK, G. A. Deep thinking: A systematic review of mesophotic coral ecosystems. **ICES Journal of Marine Sciences**, [S.l.], v. 74, n. 9, p. 2309-2320, 2017.

UNEP. **Protected Planet Report 2016**. Cambridge: UNEP-WCMC, 2016. Disponível em: [https://wdpa.s3.amazonaws.com/Protected\\_Planet\\_Reports/2445%20Global%20Protected%20Planet%202016\\_WEB.pdf](https://wdpa.s3.amazonaws.com/Protected_Planet_Reports/2445%20Global%20Protected%20Planet%202016_WEB.pdf). Acesso em: 10 mar. 2017.

VALADÃO, R. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; SILVEIRA, J. S. Controle estrutural na deposição de turbiditos em bacias do tipo rifte. *In*: SIMPÓSIO SOBRE BACIAS SEDIMENTARES CRETÁCIAS BRASILEIRAS, I., Rio Claro. **Anais [...]**. Rio Claro: SBG, 1990. p. 26-27.

VIANNA, A. R.; FAUGÉRS, J. C.; KOWSSMAN, R. O.; LIMA, J. A. M.; CADDAAH, L. F. G.; RIZZO, J. G. Hydrology, morphology, and sedimentology of the Campos continental margin offshore, Brazil. **Sedimentary Geology**, [S.l.], 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. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA (SBGGM), I., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2018. p. 156-157.

VILLAÇA, R. Recifes Biológicos. *In*: PEREIRA, R. C.; GOMES, A. S. **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**, [S.l.], v. 34, p. 694-698, 2000.

WADDELL, J. E. **The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States**: 2005. Silver Spring: NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team, 2005. Disponível em: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/17792>. Acesso em: 10 jan. 2019.

WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **J. Geol.**, [S.l.], n. 30, p. 377-392, 1922.

WILSON, S.; BLAKE, C.; BERGES, J. A.; MAGGS, C. A. Environmental tolerances of free-living *Coralline algae* (maerl): implications for European marine conservation. **Biological Conservation**, [S.l.], v. 120, n. 2, p. 283-293, 2004.

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**, [S.l.], 34, p. 435-446, 2014.

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

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**, [S.l.], v. 98, p. 625-641, 2000.