

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

DIEGO BEZERRA DE MELO E SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE HABITATS EM ÁREAS DE PROTEÇÃO MARINHA
ATRAVÉS DE IMAGEAMENTO COM VEÍCULO DE OPERAÇÃO REMOTA (ROV)**

VITÓRIA
2019

DIEGO BEZERRA DE MELO E SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE HABITATS EM ÁREAS DE PROTEÇÃO MARINHA
ATRAVÉS DE IMAGEAMENTO COM VEÍCULO DE OPERAÇÃO REMOTA (ROV)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro
Fernandes

VITÓRIA

2019

DIEGO BEZERRA DE MELO E SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE HABITATS EM ÁREAS DE PROTEÇÃO MARINHA
ATRAVÉS DE IMAGEAMENTO COM VEÍCULO DE OPERAÇÃO REMOTA (ROV)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes - Orientador
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos – Examinador Interno
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Prof. Dr. Luís Parente Maia – Examinador Externo
Universidade Federal do Ceará – UFC

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha esposa Ana Graça, por toda sua paciência, apoio e incentivo durante o período em que estive fazendo o meu mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A Fundação Cassiano Antônio de Moraes pelo apoio logístico e de campo, para realização das coletas com o ROV através do projeto “Estudo detalhado do leito oceânico no interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e o entorno imediato de 2000 m” e a Petrobras S.A. pela concessão dos dados obtidos através do referido projeto financiado pela mesma. Além de toda a equipe do projeto que contribuiu direta e indiretamente com a coleta e análise de dados, fundamentais para este estudo.

A todos os professores do departamento de oceanografia que contribuíram com seus ensinamentos, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes por toda sua dedicação e esforço durante o meu mestrado.

Ao Prof. Dr. Luís Parente Maia, da Universidade Federal do Ceará, por todo incentivo e apoio para execução deste trabalho que foram fundamentais para o êxito do mesmo.

RESUMO

Estudos de caracterização de comunidades e habitats bentônicos são de suma importância na elaboração de planos de manejo e na preservação da biodiversidade marinha, principalmente em áreas de proteção marinha, regiões consideradas de relevante interesse ecológico. No Refúgio da Vida Silvestre (RVS) de Santa Cruz e da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas, no estado do Espírito Santo, existem diversas atividades antrópicas potencialmente causadoras de impactos, tendo como exemplos a atividade pesqueira e a exploração e produção de petróleo e gás que ocorrem próximos a região.

O objetivo desse estudo consistiu em caracterizar os principais habitats existentes na região do RVS de Santa Cruz e da APA Costa das Algas, através de técnicas de imageamento com Veículo Operado Remotamente (ROV) e a sua correlação com o material sedimentológico. Os registros foram obtidos através de 50 estações de coleta distribuídas ao longo da plataforma continental, a partir da isóbata de 10 m.

Foram identificados 5 habitats sendo estes descritos como: Areias Terrígenas, Cascalhos Carbonáticos, Rodolitos e Cascalhos, Recifes e Rodolitos e Lateritas (*Hardground*), refinando o nível de conhecimento em relação ao já existente em estudos pretéritos e de escala mais regional da área de estudo. Foi possível identificar uma maior abundância no habitat descrito como Recifes e Rodolitos, localizado na porção mais profunda da APA Costa das Algas, tendo como oposto o habitat Areias Terrígenas, compreendendo majoritariamente o RVS de Santa Cruz. O método utilizado se comprovou satisfatório para esse tipo de caracterização podendo este ser replicado em estudos de áreas mais sensíveis. Os resultados obtidos no presente estudo poderão subsidiar o órgão gestor das duas UCs na elaboração de seus respectivos planos de manejo.

ABSTRACT

Studies of characterization of benthic communities and habitats are of paramount importance in the elaboration of management plans and in the preservation of marine biodiversity, especially in areas of marine protection, regions considered of relevant ecological interest. At the Santa Cruz Wildlife Refuge (RVS) and the Environmental Protection Area (APA) in the state of Espírito Santo, there are several potentially anthropogenic activities that cause impacts, such as fishing activity and exploration and production of oil and gas occurring near the region.

The objective of this study was to characterize the main habitats in the region of the RVS of Santa Cruz and the APA Costa das Algas, using remotely operated vehicle (ROV) imaging techniques and its correlation with the sedimentological material. The records were obtained through 50 collection stations distributed along the continental shelf, from the 10 m isobath.

Five habitats were identified and described as Terrestrial Sands, Carboniferous Gravels, Rodoliths and Gravels, Reefs and Rodolites and Laterites (Hardground), refining the level of knowledge in relation to that already existing in past and more regional studies of the study area. It was possible to identify a greater abundance in the habitat described as Reefs and Rodolites, located in the deeper portion of the APA Costa das Algas, having as opposite the Terrestrial Sands habitat, mostly comprising at the RVS of Santa Cruz. The method used proved to be satisfactory for this type of characterization, which can be replicated in studies of more sensitive areas. The results obtained in the present study will be able to subsidize the managing organ of the two protected areas in the elaboration of their respective management plans.

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo e estações de coleta.....	12
Figura 2. BlueROV2 utilizado durante as coletas de campo.....	13
Figura 3. Draga Van Veen utilizada durante as coletas de campo.....	13
Figura 4. Operação com ROV a bordo da embarcação Abaete.....	14
Figura 5. Lançamento da Draga Van Veen para coleta de amostras de sedimento.....	14
Figura 6. Embarcação Abaete utilizada nas campanhas.....	15
Figura 7. Interface do software VLC media player para análise das imagens coletadas com ROV.....	15
Figura 8. Planilha de caracterização das imagens coletadas com ROV.....	16
Figura 9. Amostras brutas de sedimento acondicionadas em estufa a 60°C para a secagem.....	17
Figura 10. A) Peneiramento úmido e separação da fração lama da arenosa (limites das classes = 0,062mm de diâmetro). B) Peneiramento mecânico e separação das classes arenosas e cascalhos/grânulos.....	18
Figura 11. Mesa agitadora utilizada para análise do teor de CaCO ₃	19
Figura 12. A) Peso da amostra de sedimento em cadinho para queima de MO. B e C) Queima de MO em mufla à 450°C.....	20
Figura 13. Mapa dos padrões identificados pelas imagens do ROV na área de estudo...	22
Figura 14. Mapa de granulometria da área de estudo.....	25
Figura 15. Mapa com teores de Carbonato de Cálcio na área de estudo.....	27
Figura 16. Mapa com teores de Matéria Orgânica na área de estudo.....	28
Figura 17. Mapa dos habitats definidos através da correlação dos dados coletados (ROV e Sedimentologia) na área de estudo.....	30
Figura 18. Mapa do Habitat Areias Terrígenas.....	31
Figura 19. Mapa do Habitat Cascalhos Carbonáticos.....	32
Figura 20. Mapa do Habitat Rodolitos e Cascalho.....	33
Figura 21. Mapa do Habitat Recifes e Rodolitos.....	34
Figura 22. Mapa do Habitat Lateritas (Hardground).....	35

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Caracterização dos padrões encontrados através do imageamento com ROV na área de estudo.....	21
Tabela 2 – Porcentagem das frações granulométricas das amostras de sedimento coletados.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo Geral.....	11
2.2. Objetivo Específico.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. Área de Estudo.....	12
3.2. Aquisição de Dados.....	12
3.3. Processamento das Imagens.....	15
3.4. Análise Sedimentológica.....	16
4. RESULTADOS.....	21
4.1. ROV.....	21
4.2. Sedimentologia.....	24
4.3. Classificação de Habitats.....	29
4.3.1. Areias Terrígenas.....	31
4.3.2. Cascalhos Carbonáticos.....	32
4.3.3. Rodolitos e Cascalhos.....	33
4.3.4. Recifes e Rodolitos.....	34
4.3.5. Lateritas (<i>Hardground</i>).....	35
5. DISCUSSÃO.....	36
6. CONCLUSÃO.....	40
7. REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

Os habitats são definidos como espaços físicos de ocupação de organismos vegetais e animais, distribuídos por um conjunto de fatores distintos do ambiente (BEGON et al., 1990).

A plataforma continental, definida como uma feição morfológica marinha, é composta por um mosaico de habitats conectados ecologicamente, que suportam uma alta diversidade de habitats, com um arranjo dinâmico que desempenha papel importante na manutenção de muitas comunidades biológicas associadas, provendo vários bens à sobrevivência do homem (ROBERTS; ORMOND, 1987; MYERS, 1997; JONES; SYMS, 1998; MOBERG; FOLKE, 1999; MOBERG; RÖNNBÄCK, 2003). A distribuição e abundância de vida no ambiente marinho estão condicionadas às condições físico-químicas da água, penetração da luz do sol na coluna d'água e distribuição de nutrientes, bem como às condições geomorfológicas, geológicas e sedimentológicas do fundo.

De uma forma geral, existem diversos fatores que irão determinar a presença de comunidades bentônicas nos oceanos, entretanto, os principais são a profundidade, o tipo de substrato e a geomorfologia.

A profundidade é amplamente aceita como um *surrogate* da distribuição de comunidades bentônicas, onde a maioria das espécies possuem uma restrita e previsível localização (GRAY, 2001). A grande maioria dos estudos conduzidos em habitats bentônicos concentram-se acima de 30 metros de profundidade, principalmente em regiões de substrato consolidado, como recifes de corais, um limite normalmente imposto pelo limite de profundidade do SCUBA tradicional (PYLE, 2000; LESSER et al. 2009; BRIDGE et al. 2011).

O mapeamento de habitats marinhos tem sido aplicado como uma importante ferramenta capaz de auxiliar a gestão e fornecer subsídios para preservação dos ambientes costeiros e marinhos (por exemplo, HARRIS, 2007; TEIXEIRA et al., 2013; MOURA et al., 2013; 2016). Segundo Harris e Baker (2012) o mapeamento destes habitats fornece uma estrutura espacial para a gestão baseada nos ecossistemas que permite representar diferentes áreas no fundo do mar relacionadas aos diferentes grupos de organismos marinhos.

Avanços tecnológicos recentes, como o imageamento por veículos submarinos autônomos (AUV) e veículos operados remotamente (ROV), permitem novas observações e, portanto, novos campos de pesquisa incluindo ambientes mais profundos. O imageamento pode abordar o mapeamento de habitats e cobertura epibentônica em múltiplas escalas espaciais através de uma integração que considera dados geomorfológicos, ecológicos e biofísicos (ALTHAUS et al. 2015; GONZÁLEZ-RIVERO et al. 2016). As técnicas de mapeamento distinguem o padrão de distribuição das comunidades bentônicas, bem como o padrão espacial das espécies, dados importantes para estabelecer um bom programa de supervisão de uma área (JORDAN et al., 2005).

Estudos de comunidades bentônicas e habitats existentes em áreas de proteção marinha tornam-se de grande importância, tanto para auxiliar em iniciativas de manejo e ordenação da área, como para conhecer os aspectos importantes do uso do ambiente pelos organismos encontrados na região e por possíveis espécies endêmicas. Esses estudos requerem uma série de técnicas tais como utilização de amostradores busca-fundo, testemunhos, imageamento subaquático, observação com mergulho, dragagem e arrastos, e a escolha do método depende do tipo de substrato presente, o objetivo e o recurso financeiro do estudo (KAISER et al. 1994).

Tradicionalmente, a amostragem da megafauna bentônica emprega o uso de métodos de amostragem destrutivos capazes de perturbar o ambiente amostrado (MILLER; WHEELER, 2012). A utilização de técnicas não destrutivas como o imageamento, possibilita o estudo dessas áreas protegidas sem que exista um impacto a esses ambientes. Aliado a isso, os avanços tecnológicos com imageamento do fundo do mar permitem novas observações e, portanto, novos campos de pesquisa incluindo esses ambientes mais profundos, algo que estava limitado a profundidade do tradicional SCUBA.

A região que abrange as duas unidades de conservação é conhecida pela presença de uma grande biodiversidade, em diversos estudos conduzidos na mesma foram relatados a ocorrência de uma grande variedade de macroalgas marinhas, calcárias e não calcárias, incrustantes e articuladas, como *laminaria abyssalis*, sendo o estado do Espírito Santo considerado uma das regiões com a maior riqueza de espécies de flora marinha da costa brasileira (Amado-Filho et al. 2007).

O estudo busca avaliar a possibilidade de se caracterizar os habitats bentônicos existentes na plataforma continental que abrange ambas Unidades de Conservação, RVS de Santa Cruz e a APA Costa das Algas, que possuem um relevante interesse ecológico e de grande influência antrópica, através de técnicas não destrutivas como imageamento com ROV, a fim de se replicar em locais ainda mais sensíveis a perturbações pelo ser humano.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar os principais habitats existentes no Refúgio da Vida Silvestre (RVS) de Santa Cruz e na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e sua distribuição espacial.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar os principais padrões do fundo marinho existentes na região estudada através de técnicas de imageamento com Veículo Operado Remotamente (ROV).
- Correlacionar os dados sedimentológicos aos padrões identificados no imageamento com ROV a fim de caracterizar os principais habitats existentes nas duas unidades de conservação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A área de estudo corresponde as Unidades de Conservação RVS de Santa Cruz e APA Costa das Algas, localizadas ao norte de Vitória, Espírito Santo, na costa Sudeste do Brasil, abrangendo os municípios de Serra, Fundão e Aracruz. A área das duas UCs compreende aproximadamente 132.000 ha, desde a zona costeira dos municípios supracitados até o talude oceânico com profundidades superiores a 200 m. O presente trabalho focou na região que abrange as isóbatas de 10 m e 100 m (Fig. 1).

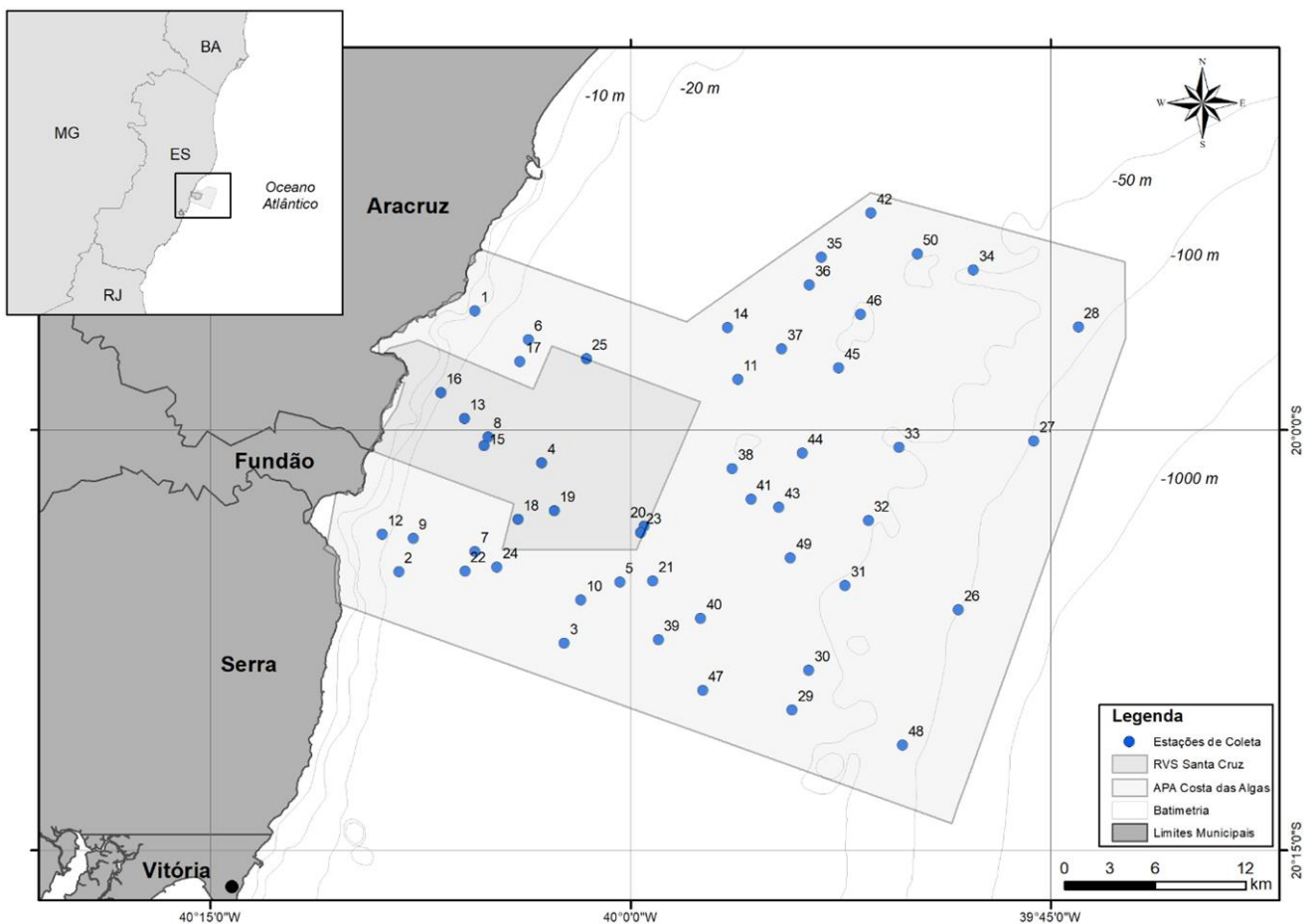


Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo e estações de coleta.

3.2. Aquisição de Dados

A aquisição dos dados com ROV foi realizada através do imageamento utilizando o modelo BlueROV2 da BlueRobotics (Fig. 2). O sistema é equipado com uma câmera de vídeo HD, iluminação artificial de LED e um cabo de 300 m de comprimento, o que permitiu gravar

vídeos em profundidades de até 100 m, próximos a quebra da plataforma continental. Para coleta de sedimentos foi utilizada uma draga do tipo Van Veen com área de 0,13 m² e volume igual a 0,005 m³ (5 litros) (Fig. 3) e as amostras foram acondicionadas de forma que não perdessem suas propriedades químicas e geológicas.



Figura 2. BlueROV2 utilizado durante as coletas de campo.



Figura 3. Draga Van Veen utilizada durante as coletas de campo.

O plano de aquisição para a coleta dos dados foi definido a partir de dados geofísicos, sendo os principais padrões sonográficos de fundo mapeados de acordo com a intensidade do retorno do sinal acústico (IRSA), sendo classificados em: Alta IRSA, Baixa IRSA e

Alternada IRSA, o que levou à distribuição dos 50 pontos ao longo das duas Unidades de Conservação.

A aquisição propriamente dita consistiu em realizar todo o imageamento com ROV (Fig. 4) antes da coleta do sedimento. Dessa forma, a campanha foi dividida em duas pernas, na qual a primeira foram imageadas, por um período mínimo de 10 minutos, todas as 50 estações (Fig. 1) e na segunda foram coletados os pontos de sedimentos para as análises sedimentológicas (Fig. 5).



Figura 4. Operação com ROV a bordo da embarcação Abaete.



Figura 5. Lançamento da Draga Van Veen para coleta de amostras de sedimento.

Os levantamentos de dados com ROV e a coleta de sedimentos ocorreram entre os meses de fevereiro e março de 2018 na embarcação “Abaete” (Fig. 6). As amostras de sedimento coletadas foram enviadas para o Laboratório de Dinâmica Costeira (LabDiC) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC).



Figura 6. Embarcação Abaete utilizada nas campanhas.

3.3. Processamento das Imagens

Para o processamento das imagens foi utilizado um *software* específico para visualização de vídeos, *VLC media player*, no qual foi possível assistir todos os vídeos gravados e salvar os frames principais de cada arquivo (Fig. 7). Em cada uma das 50 estações de coleta foi feito uma descrição geral do material analisado, além da construção de uma planilha na qual foi possível identificar a presença e, em alguns casos, a quantidade de organismos marinhos através das imagens (Fig. 8).

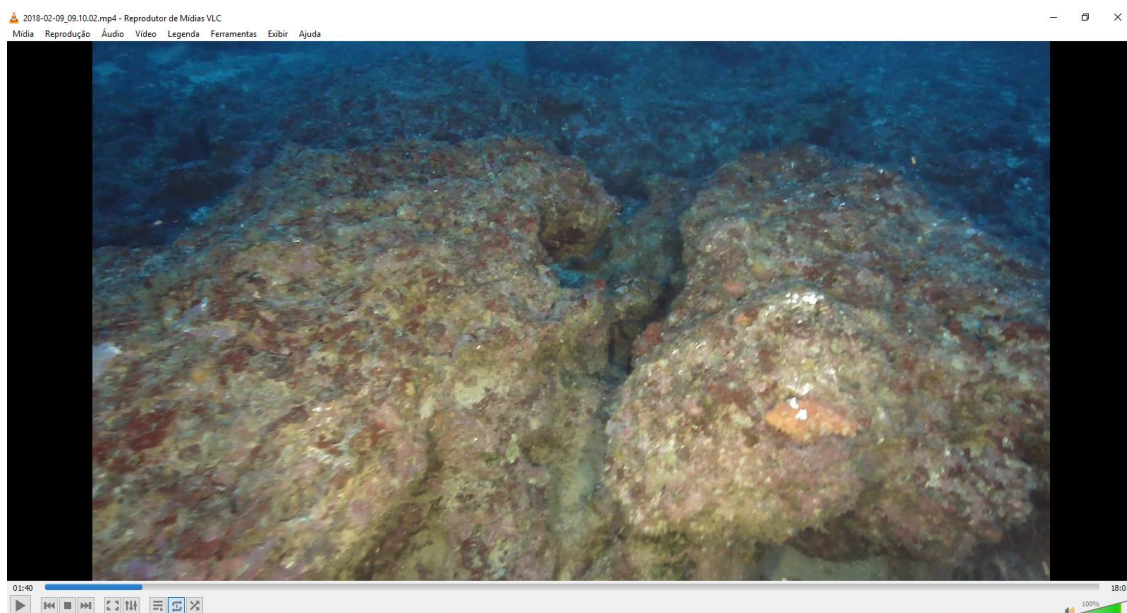


Figura 7. Interface do *software* *VLC media player* para análise das imagens coletadas com ROV.

Estação	X	Y	Prof. (m)	ROV
1	385660	7795997	-10.3	Substrato consolidado com lateritas e a presença de rodolitos com macroalgas
2	381020	7778799	-23.9	Fundo arenoso com alta suspensão e presença de sandwaves
3	391358	7774155	-35.7	Fundo cascalhoso com presença de pequenos rodolitos em grande quantidade
4	389889	7786024	-37.4	Fundo cascalhoso com presença de bioclastos e sandwaves, pequenos rodolitos
5	394793	7778189	-42.1	Fundo arenoso com presença de bioclastos com buracos, pouquíssimos rodolitos
6	389003	7794115	-27.2	Fundo arenoso/lamoso com alta suspensão, bioclastos e presença de organismos sésseis
7	385755	7780146	-36.5	Fundo arenoso com presença de sandwaves
8	386520	7787715	-32.6	Fundo arenoso com presença de sandwaves
9	381908	7781018	-25.4	Fundo arenoso com organismos em suspensão e presença de pequenas sandwaves
10	392368	7777021	-39.3	Fundo cascalhoso com presença de pequenos rodolitos em grande quantidade
11	402046	7791573	-55.0	Fundo arenoso com organismos sésseis associados ao fundo
12	379964	7781265	-18.0	Fundo arenoso/lamoso com organismos em suspensão e presença de pequenas sandwaves
13	385040	7788925	-27.8	Fundo arenoso/lamoso com alta suspensão
14	401399	7795013	-39.3	Fundo arenoso com presença de pequenos sandwaves
15	386282	7787116	-33.5	Fundo arenoso/lamoso com presença de organismos em suspensão e pequenas sandwaves
16	383563	7790619	-20.2	Fundo arenoso/lamoso com alta suspensão
17	388479	7792668	-28.1	Fundo arenoso com muita suspensão e presença de sandwaves
18	388421	7782281	-36.0	Fundo cascalhoso com presença de muitos bioclastos e sandwaves, com alguns pequenos rodolitos isolados
19	390667	7782872	-39.3	Fundo arenoso com presença de bioclastos e organismos sésseis, com pequenos rodolitos distribuídos de forma não uniforme
20	396258	7781890	-43.0	Fundo cascalhoso com presença de bioclastos e sandwaves
21	396839	7778282	-44.4	Fundo arenoso com presença de bioclastos e organismos sésseis, presença de sandwaves, pequenos rodolitos
22	385154	7778870	-35.1	Fundo cascalhoso com presença de bioclastos e sandwaves
23	396060	7781461	-43.9	Fundo arenoso com presença de bioclastos e sandwaves
24	387125	7779134	-37.6	Fundo arenoso com presença de bioclastos e sandwaves
25	392618	7792893	-36.7	Fundo arenoso/lamoso e com presença de pequenas sandwaves
26	415874	7776503	-63.5	Estruturas Recifais / Banco de rodolitos com presença de muitos organismos de fundo e peixes
27	420513	7787630	-67.3	Estruturas Recifais / Banco de rodolitos com presença de muitos organismos de fundo e peixes
28	423248	7795134	-62.6	Estruturas Recifais / Banco de rodolitos denso e extenso

Figura 8. Planilha de caracterização das imagens coletadas com ROV.

Foram descritos em cada estação de coleta a presença ou não de rodolitos, e através de sua coloração foi possível identificar se os mesmos estavam vivos ou mortos, o tipo de fundo do leito oceânico, possibilitando avaliar a textura do sedimento (substrato consolidado ou inconsolidado), além da presença de estruturas recifais e biodetritos. O processamento dessas imagens permitiu a identificação de padrões distintos do fundo descritos a partir desses parâmetros avaliados.

3.4. Análise Sedimentológica

No laboratório foram realizadas as análises granulométricas, teores de CaCO_3 e matéria orgânica das amostras coletadas, a fim de fazer uma descrição geológica, inferindo processos de sedimentação que pudessem atuar em vários pontos da área estudada.

As amostras brutas de sedimento, chegando ao laboratório, passaram pelos procedimentos iniciais de pré-processamento. Foram inicialmente acondicionadas em estufa a 60°C para secagem e retirada de toda a umidade (Fig. 9). Em seguida foi feito o quarteamento e fracionamento para a pesagem específica para cada análise.



Figura 9. Amostras brutas de sedimento acondicionadas em estufa a 60°C para a secagem.

3.4.1. Análise Granulométrica

Para análise granulométrica, após a etapa de pré-processamento (secagem em estufa), as amostras passaram pelo quarteamento e fracionamento em 100,0g. Então seguiram para o mecanismo de peneiramento úmido (Fig. 9), quando foi separada a fração lama da arenosa (limites das classes = 0,062mm de diâmetro). Por conseguinte, as amostras passaram pelo peneiramento mecânico em um jogo de peneiras (Fig. 10). Esta etapa consistiu na separação das classes arenosas e cascalhos/grânulos, ou seja, frações de 0,062mm até 2,00mm de diâmetro para as classes de areia e frações com diâmetro superior a 2,00mm, para as definições de cascalho e grânulos.



Figura 10. A) Peneiramento úmido e separação da fração lama da arenosa (limites das classes = 0,062mm de diâmetro). B) Peneiramento mecânico e separação das classes arenosas e cascalhos/grânulos.

Os dados das análises granulométricas (valores de phi para as frações de cada amostra) foram submetidos ao programa de análise granulométrica ANASED 4.3i (LIMA et al., 2001), desenvolvido pelo Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) da UFC. A partir daí foi gerada uma planilha com os dados e valores de phi e a porcentagem das classes granulométricas, desde cascalho até a fração lamosa. Também foi definido o grau de seleção da amostra, parâmetro correspondente ao tipo e nível de energia à qual o sedimento é submetido no momento de sua deposição.

A interpretação dos parâmetros de cada amostra permitiu classificar os sedimentos e correlacioná-los de modo a inferir aspectos sobre a sua gênese, transporte e modo de deposição.

3.4.2. Análise de Carbonato de Cálcio

O método utilizado para a análise dos teores de CaCO_3 foi o de Loring e Rantalla (1992). Trata-se de um método gravimétrico. Para realizá-lo, foi necessário medir 1g da amostra analisada, que foi transferida para um Erlenmeyer de 250 ml.

Dentro do Erlenmeyer foi colocado um pequeno copo de vidro contendo 5 ml de HCl 4N. Esse sistema foi então fechado com uma rolha de borracha acoplada a um tubo de vidro

contendo CaCl_2 , vedado nas extremidades com algodão. Esse tubo teve como função permitir a passagem do CO_2 liberado na reação química e de impedir que a umidade ambiente entrasse em contato com o interior do sistema.

O sistema fechado foi pesado e posto numa mesa agitadora (Fig. 11) por duas horas, onde ocorreu a reação química entre o HCl e o CaCO_3 presente nas amostras. O mesmo procedimento foi feito com 0,100 g de uma amostra de CaCO_3 puro, que serviu como padrão para o cálculo de porcentagem através da seguinte fórmula:

$$\% \text{CaCO}_3 = (\mathbf{P}/\mathbf{Q}) \times 0.1 \times (1/\mathbf{PS}) \times 100$$

Onde:

P = peso perdido em g (diferença entre PSF e PSI).

Q = peso perdido do padrão em g.

PS = peso do sedimento em g.



Figura 11. Mesa agitadora utilizada para análise do teor de CaCO_3 .

3.4.3. Análise de Matéria Orgânica

Os teores de matéria orgânica total foram obtidos pelo método gravimétrico, com combustão de 2g do sedimento em cadinho (Fig. 12) previamente seco em mufla (em duplicata) à 450°C por aproximadamente 2 horas (LORING; RANTALA, 1992). O teor de matéria orgânica [MO] analisado foi obtido pela seguinte expressão:

$$[\text{MO}] = (m_c \times 100) / m_s$$

Onde:

mc = peso perdido em g após a queima (diferença entre CS e CQ).

ms = peso do sedimento em g (PS).



Figura 12. A) Peso da amostra de sedimento em cadinho para queima de MO. B e C) Queima de MO em mufla à 450°C.

4. RESULTADOS

4.1. ROV

O imageamento realizado nas 50 estações de coleta, distribuídas ao longo das duas Unidades de Conservação, gravaram um total de 577 minutos de filmagens em alta definição do leito oceânico. Através da metodologia descrita para o processamento dessas imagens, foi possível identificar 5 padrões com características distintas em relação ao tipo de substrato, presença de organismos e características do leito oceânico que foram descritas na Tabela 1 (Fig. 13).

Tabela 1 – Caracterização dos padrões encontrados através do imageamento com ROV na área de estudo.

Padrão	Imagem
<p>Laterita (<i>Hardground</i>) Descrição: Substrato consolidado com a presença de macroalgas (Chlorophytas, Phaeophytas e Rhodophytas), em grande quantidade, como <i>Sargassum</i> sp., além de esponjas e corais moles e com uma grande influência da ação das ondas</p>	
<p>Fundo Lamoso Arenoso Descrição: Substrato arenoso/lamoso com a presença de marcas de ondas e poucos organismos marinhos, ambiente com aspecto desértico</p>	
<p>Fundo Cascalho/Arenoso com Biodetritos Descrição: Substrato cascalhoso/arenoso com a presença de biodetritos, fragmentos de rodólitos, com diversos organismos sésseis como poríferos, cnidários e algas calcárias</p>	

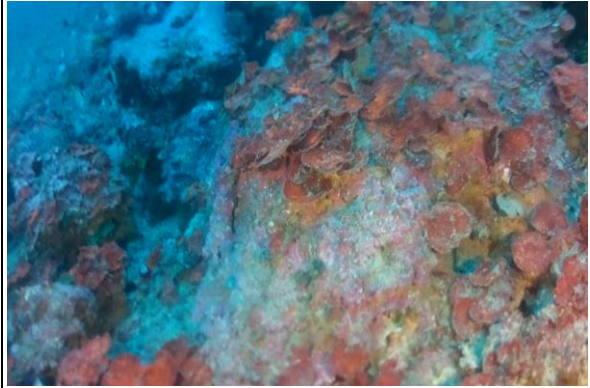
Fundo de Rodolitos com Cascalho e Biodetritos

Descrição: Banco de rodolitos com sedimento cascalhoso e a presença de biodetritos, com ocorrência de macroalgas principalmente Rhodophytas e Chlorophytas, como *Ulva* sp. e *Halymenia* sp., além de algas calcárias



Estruturas Recifais com presença de Rodolitos

Descrição: Substrato consolidado com estruturas recifais ao longo de todo a extensão, presença de rodolitos, algas calcárias, esponjas, ouriços e outros equinodermos, foi observado a maior quantidade de organismos marinhos dentre todos os padrões observados na área estudada



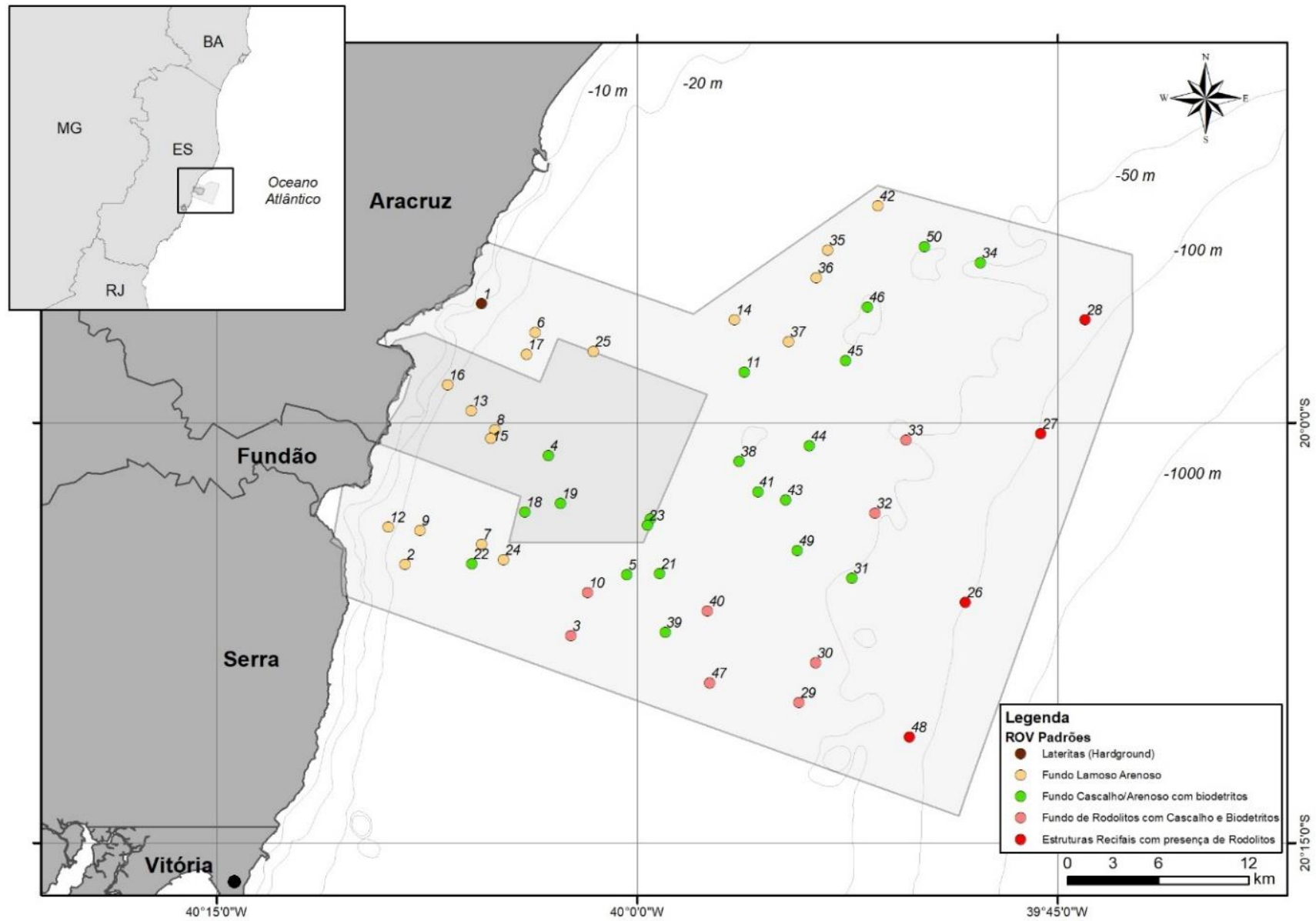


Figura 13. Mapa dos padrões identificados pelas imagens do ROV na área de estudo.

4.2. Sedimentologia

Em relação a análise sedimentológica realizada em 46 dos 50 pontos, os resultados indicaram uma maior concentração da fração granulométrica areia grossa com 43,5%, seguida de areia muito grossa e média. Já as frações de areia muito fina e lama, representadas por silte e argila, representaram quase 26% do total (Tabela 2 e Fig. 14).

Tabela 1 – Porcentagem das frações granulométricas das amostras de sedimento coletados.

Granulometria	Quantidade de amostras (unid.)	%
Granulo	1	2.2
Areia Muito Grossa	5	10.9
Areia Grossa	20	43.5
Areia Média	5	10.9
Areia Fina	3	6.5
Areia Muito Fina	5	10.9
Lama	7	15.2
Total	46	100.0

O predomínio da fração areia grossa deve-se, principalmente, à influência da presença de bioclastos no sedimento, sendo encontrado em grande parte da área estudada. Já a concentração de cascalhos é mais predominante nas isóbatas acima de 30 metros, porém é distribuída de forma irregular nas áreas. Por sua vez, as frações de sedimento mais lamosas estão mais presentes nas menores profundidades, até a isóbata de 35 metros, aparecendo em alguns pontos isolados entre as isóbatas de 40 e 50 metros ao norte da APA Costa das Algas.

Nas águas mais rasas, até a isóbata de 30 metros, predominam os sedimentos com características granulométricas variando de areia média a muito fina, com áreas lamosas. Já nas profundidades superiores a isóbata de 30 metros, os sedimentos são mais grossos e cascalhosos, compondo uma área irregular juntamente com presença de rodolitos. Os pontos 1, 26, 27 e 28 não foram amostrados devido ao substrato ser consolidado, sendo o primeiro representado pelas lateritas e os demais pela presença de estruturas recifais e rodolitos.

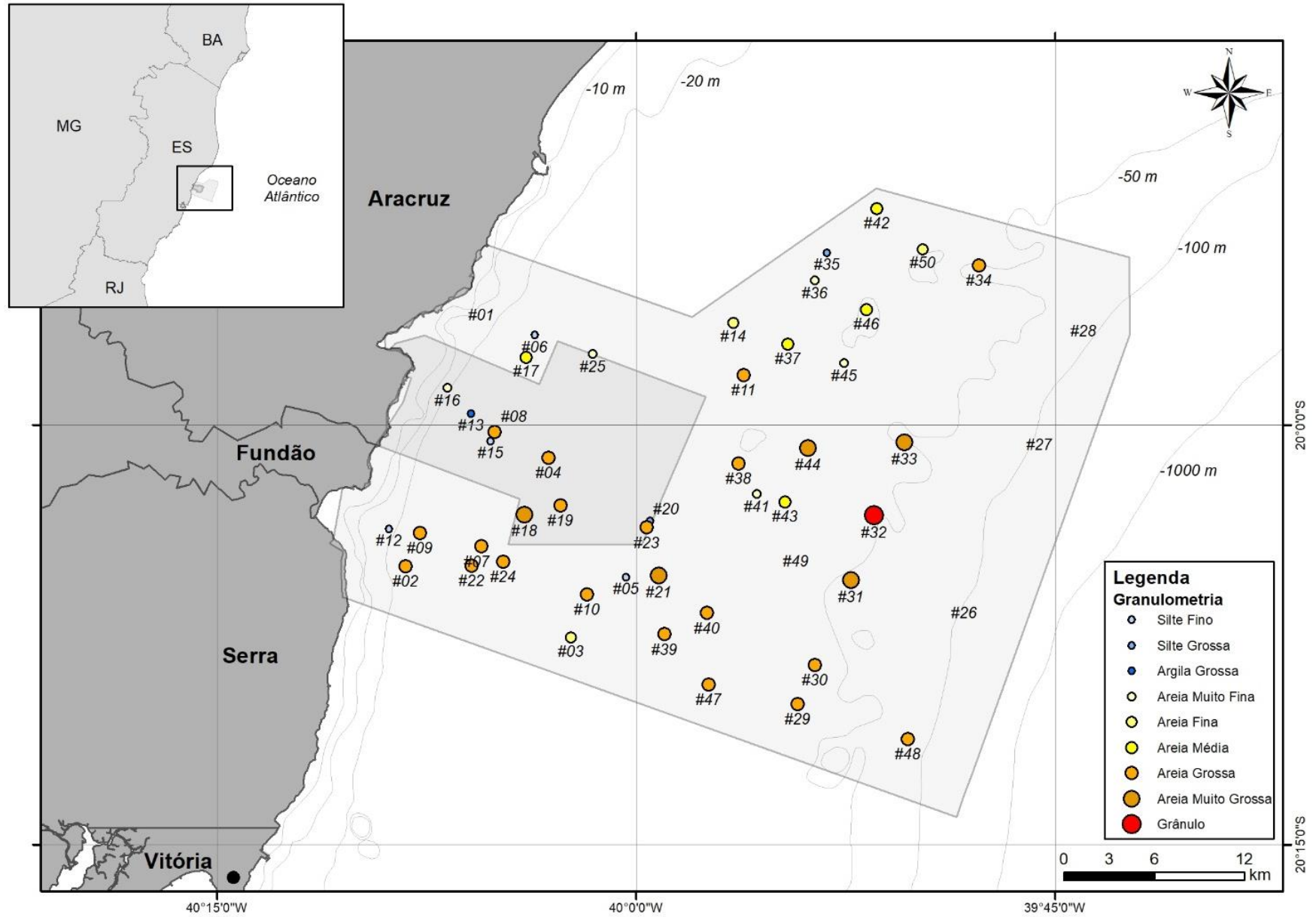


Figura 14. Mapa de granulometria da área de estudo.

A distribuição dos teores de CaCO_3 dos sedimentos de superfície do leito oceânico da área estudada obedece a uma relação com a profundidade, sendo a distribuição dos teores melhor representada nos pontos acima da isóbata de 35 metros, associadas a presença de biodetritos de organismos marinhos como moluscos bivalves e gastrópodes, algas calcárias e fragmentos de rodólitos. Uma faixa irregular com teores entre 1 e 20% de CaCO_3 é observada próximo as desembocaduras dos rios Reis Magos e Piraquê-Açu entre as cotas de 15 e 35 metros e se estende para o norte da área da APA Costa das Algas até próximo a isóbata de 50 metros (Fig. 15).

Em relação a distribuição dos teores de matéria orgânica encontrados para a área, os maiores valores encontrados variam de 5 a 9%, com exceção do ponto 13 chegando ao valor máximo de 26%, todos associados a sedimentação terrígena próximos a desembocadura dos rios Piraquê-Açu e Reis Magos (Fig. 16). A granulometria é também fator preponderante para estes teores e são classificados visualmente, como lamas arenosas, por vezes areias lamosas, os sedimentos com menor granulometria são os que possuem os teores mais elevados de matéria orgânica.

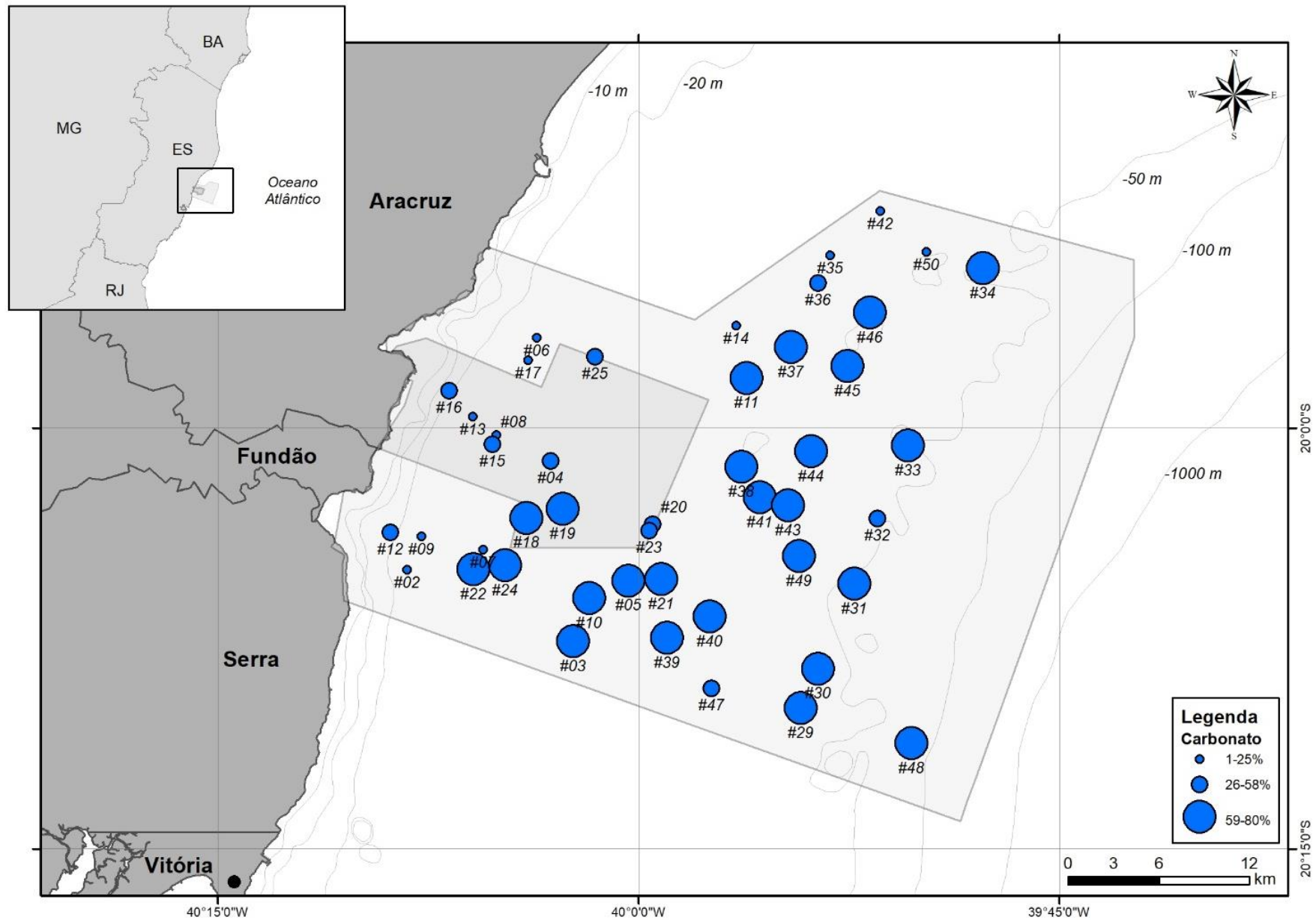


Figura 15. Mapa com teores de Carbonato de Cálcio na área de estudo.

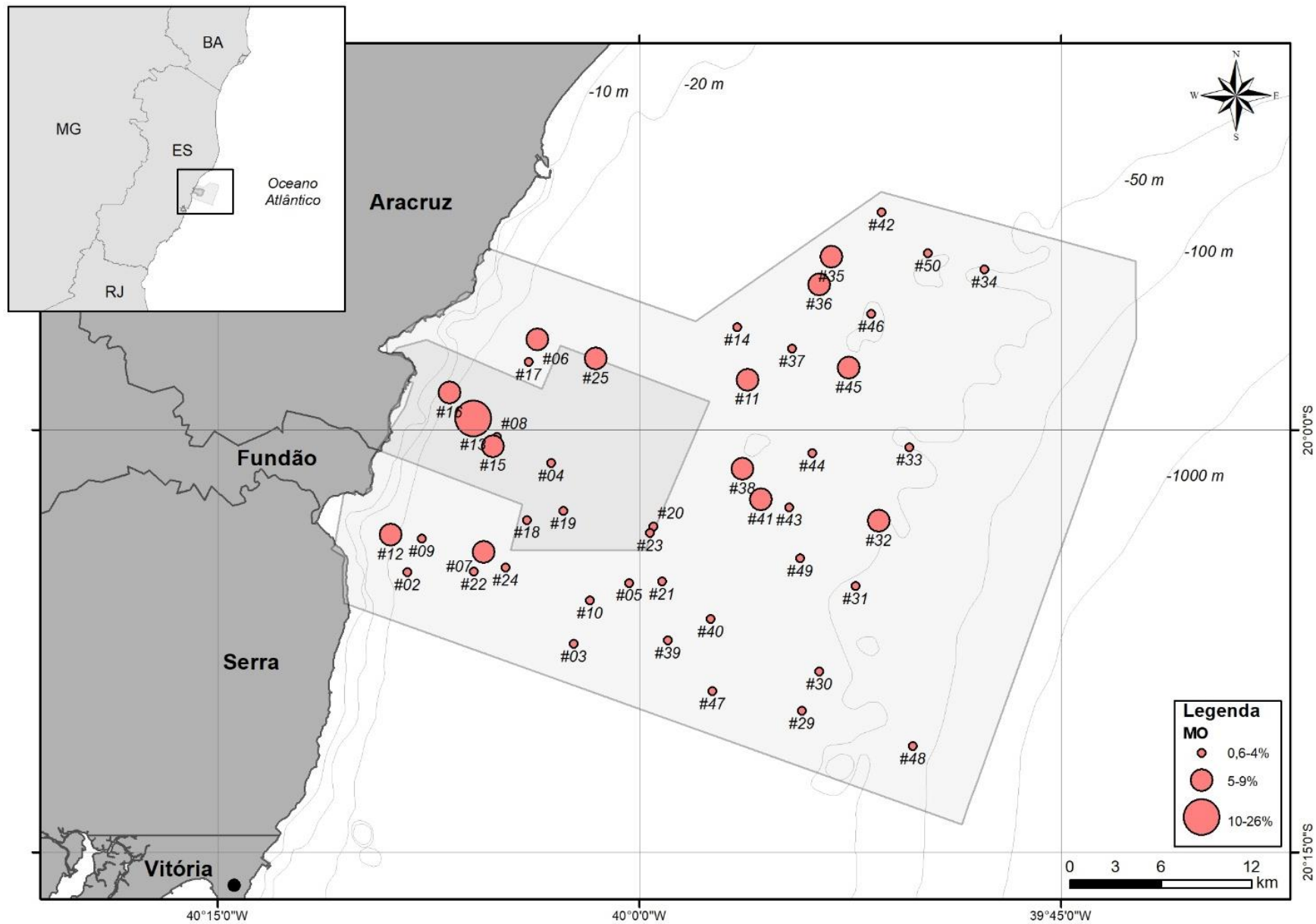


Figura 16. Mapa com teores de Matéria Orgânica na área de estudo.

4.3. Classificação dos Habitats

A partir da correlação entre os dados coletados com o ROV e as análises realizadas no sedimento de Granulometria, Carbonato de Cálcio e Matéria Orgânica foi possível identificar 5 habitats distintos na área de estudo, classificados como Areias Terrígenas, Cascalho Carbonático, Rodolitos e Cascalho, Recifes e Rodolitos, e Lateritas (*Hardgrounds*) (Fig. 17).

Os habitats foram definidos prioritariamente pelos padrões identificados através do imageamento com ROV, sendo que os dados sedimentológicos serviram para corroborar com as observações feitas nas imagens coletadas.

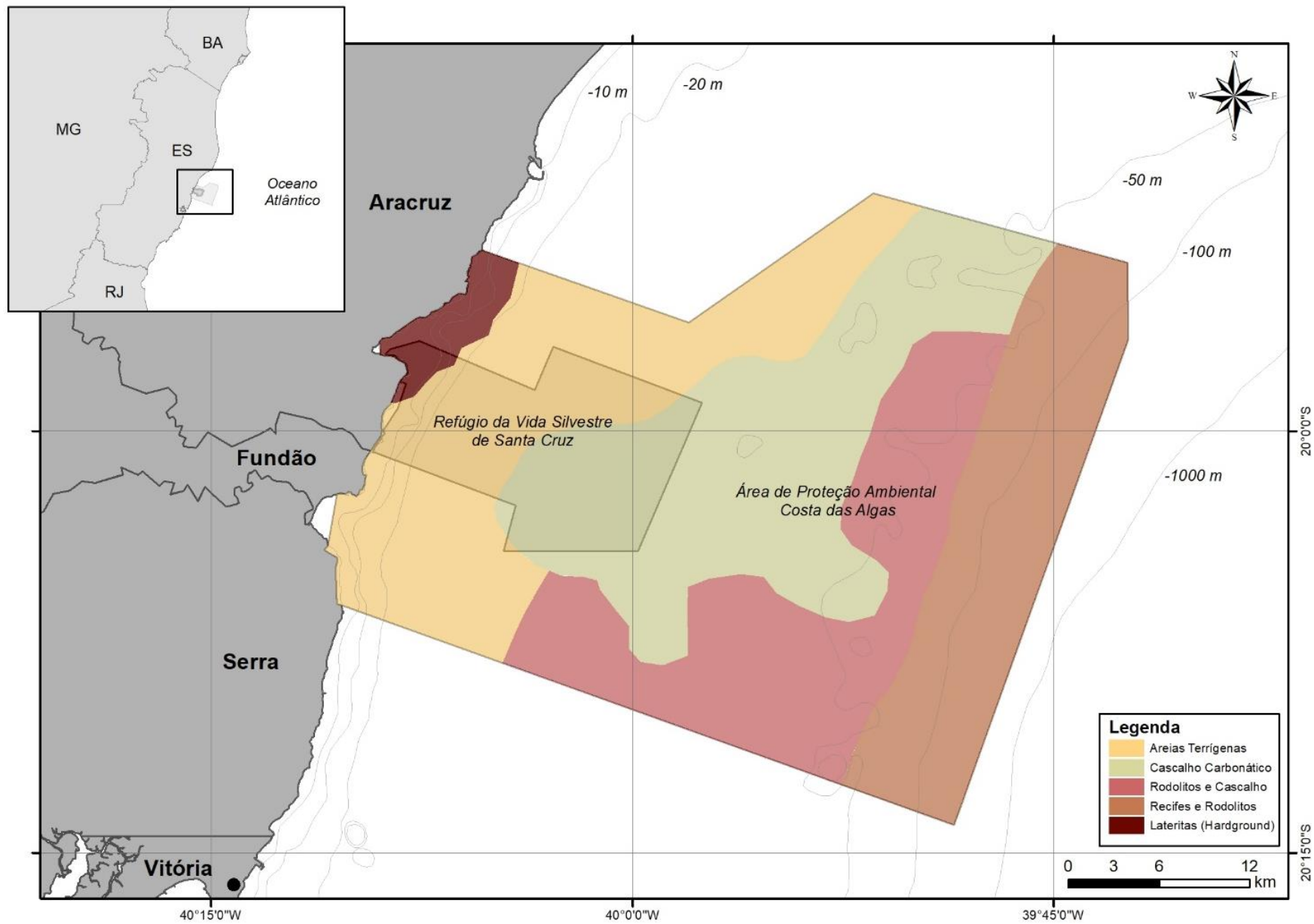


Figura 17. Mapa dos habitats definidos através da correlação dos dados coletados (ROV e Sedimentologia) na área de estudo.

4.3.1. Areias Terrígenas

As Areias Terrígenas representam 26% da área total e estão distribuídas desde o setor norte, na isóbata de 50 metros, até o setor sudoeste, mais próximo da linha de costa, nas proximidades das desembocaduras dos Rios Piraquê-Açú e Reis Magos (Fig. 18).

Este habitat é marcado pela atuação quase que exclusiva da ação das ondas no fundo, tendo como consequência a formação de marcas de fundo, as correntes mais intensas que são capazes de provocar a remobilização dos sedimentos finos a lamosos, tornando a água mais turva, como observado nas estações 13 e 16 no interior do RVS.

O imageamento com o ROV não identificou a presença de macroalgas nesse habitat, o que pode influenciar na ausência significativa de ictiofauna. Pelo menos 2 a 3 organismos foram observados com o ROV em cada estação representada por esse grupo, porém não foi possível identificar de forma precisa. No substrato, foi observada a presença de pequenos buracos e troncos, provavelmente esponjas soterradas, ou ainda hidrozoários, mas a falta de material coletado de forma direta não possibilitou a identificação dos mesmos.



Figura 18. Mapa do Habitat Areias Terrígenas.

4.3.2. Cascalhos Carbonáticos

O habitat Cascalhos Carbonáticos é o mais representativo de toda região estudada, representando 30% do total da área. Está distribuído desde o setor norte, na isóbata de 70 metros, passando pelo setor central da área, nas isóbatas de 50, 40 e 30 metros, até o setor sul/sudoeste, nas proximidades da isóbata de 25 metros (Fig. 19). Limita sua área com o habitat marinho Areias Terrígenas confrontando os dois tipos principais de sedimentação em plataforma continental interna, a terrígena e marinha. No centro da área, este é dividido pelo habitat Rodolitos e Cascalho.

O mesmo ocorre no setor sul da APA Costa das Algas. Este habitat é composto por sedimentos oriundos da sedimentação marinha rico em carapaças de organismos, sendo estes originados na própria bacia de sedimentação decorrente de precipitações entre a água do mar e compostos orgânicos e inorgânicos. Este habitat possui uma boa distribuição de sedimento carbonático, boas condições hidrodinâmicas, pouca ou nenhuma turbidez na água, sendo que a biota marinha tem presença pouco expressiva neste ambiente quando analisadas as imagens do ROV.

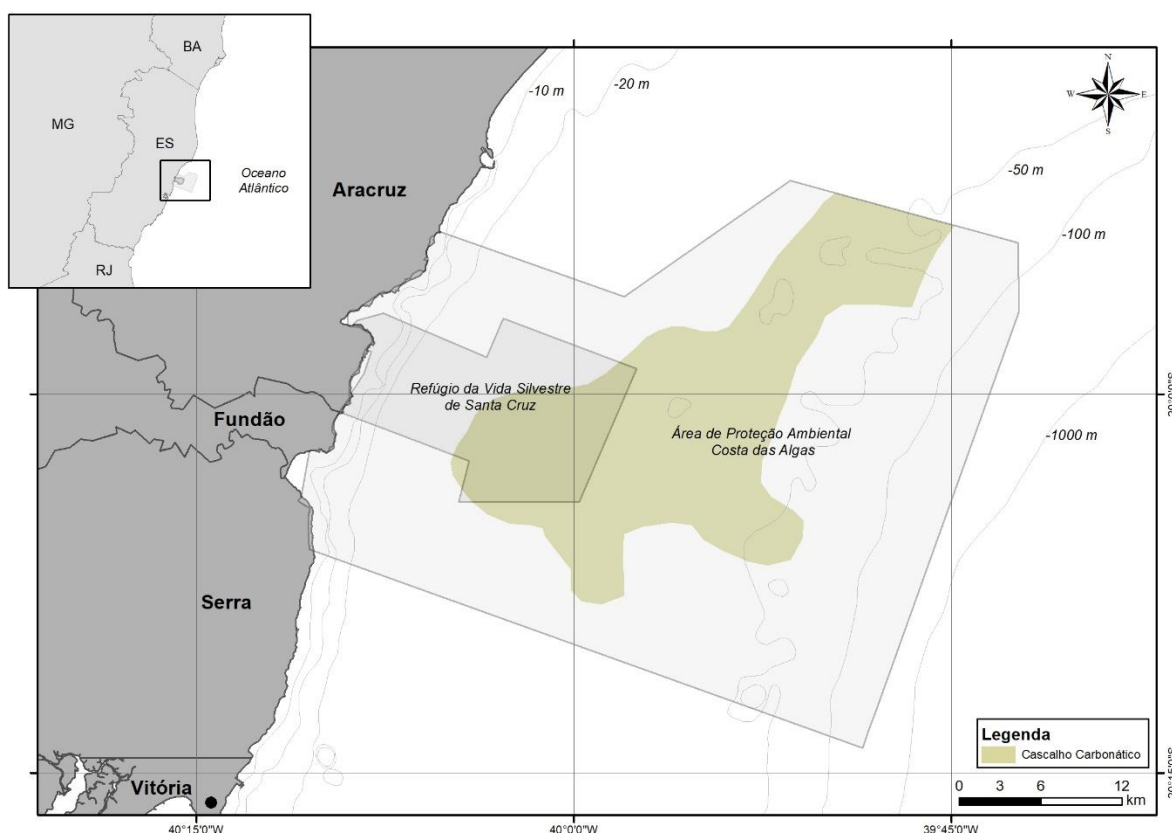


Figura 19. Mapa do Habitat Cascalhos Carbonáticos.

4.3.3. Rodolitos e Cascalhos

O habitat Rodolitos e Cascalhos representa 22% da área total e está distribuído no setor centro-sul entre as isóbatas de 25 e 70 metros. Como característica principal, além da presença de fragmentos de carapaças de organismos marinhos, exclusivamente animal, há também a presença de fragmentos de rodolitos mortos, sem a coloração avermelhada, nas áreas mais próximas da costa, e vivos, na porção central da área, a partir da isóbata de 40 metros (Fig. 20).

Em relação a biota marinha animal, os mesmos buracos que ocorrem no habitat Areias Terrígenas, que *a priori* foram identificados como sendo possivelmente hidrozoários ou esponjas, também ocorrem nesse habitat, na área mais próxima da isóbata de 30 metros. Outras espécies que ocorrem são equinodermas e Ictiofauna, que estão presentes nesse ambiente em uma maior quantidade do que nos apresentados anteriormente.

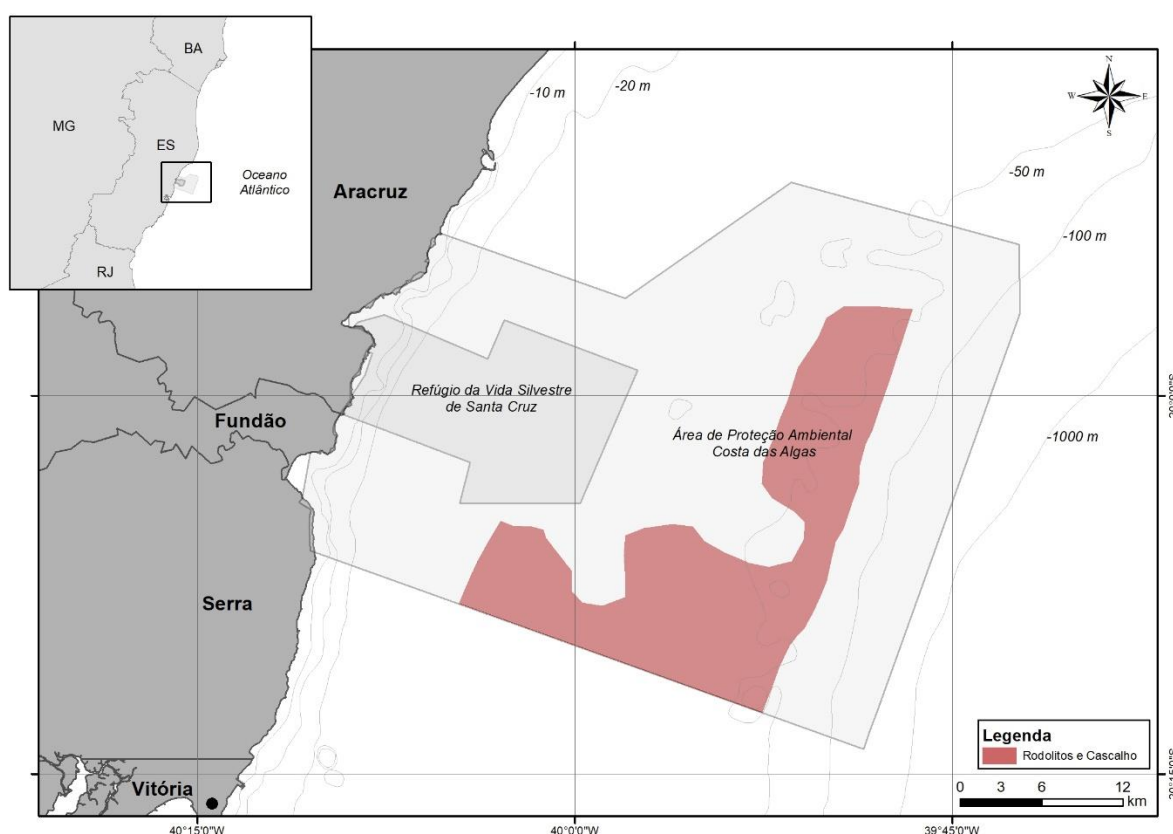


Figura 20. Mapa do Habitat Rodolitos e Cascalho.

4.3.4. Recifes e Rodolitos

O habitat classificado como Recifes e Rodolitos representa 20% da área total e está situado na porção leste da área nas proximidades da isóbata de 70 e 100 metros, distribuído como uma faixa longitudinal que vai de norte a sul (Fig. 21).

A distinção deste habitat para o descrito anteriormente é que este, devido a presença de bancos de rodolitos, de forma bastante adensada, nas bordas e buracos das estruturas recifais, apresenta a maior abundância de vida marinha, com grande presença de algas calcárias, esponjas, equinodermas e icitiofauna de forma geral, sendo um ambiente muito rico também em macroalgas, podendo ser considerado o habitat mais importante dentre os encontrados nas duas Unidades de Conservação.

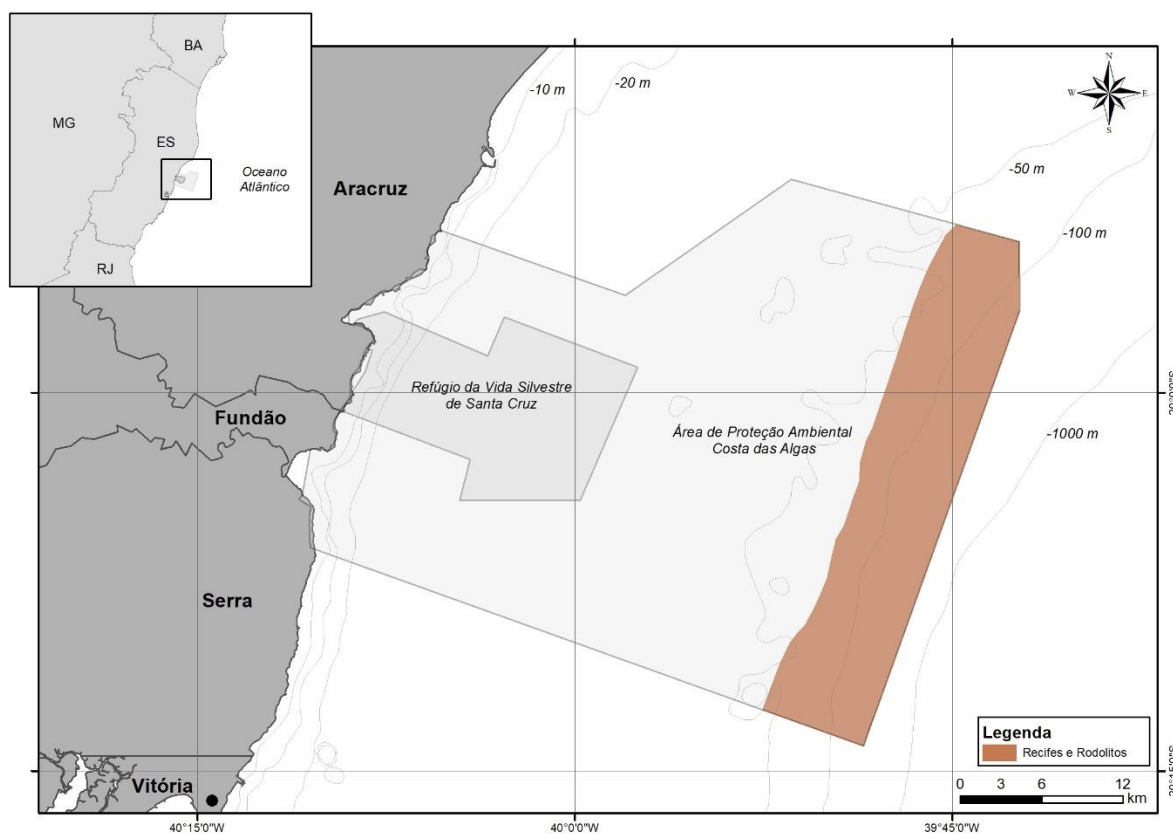


Figura 21. Mapa do Habitat Recifes e Rodolitos.

4.3.5. Lateritas (*Hardground*)

O habitat Lateritas (*Hardground*) representa cerca de 3% da área total e foi identificado na região da foz do rio Piraquê-açu (Fig. 22). O mesmo é caracterizado pela forte influência

das ondas, devido a sua baixa profundidade e a presença muito grande de vida marinha, principalmente de organismos incrustantes como macroalgas, esponjas, corais, assemelhando-se ao habitat recifal encontrado na porção mais profunda da APA Costa das Algas.

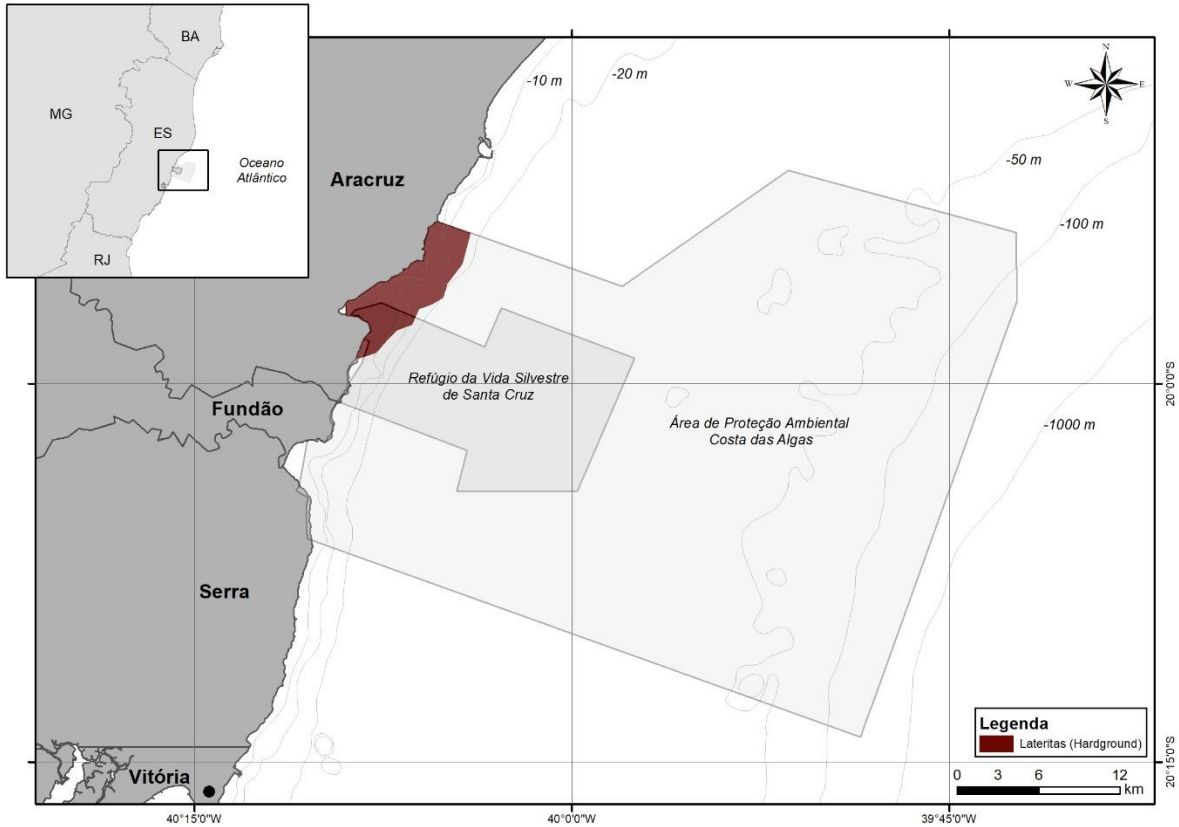


Figura 22. Mapa do Habitat Lateritas (Hardground).

5. DISCUSSÃO

O estudo demonstrou que a presença predominante de biodetritos, na forma de carapaças de organismos e fragmentos de rodolitos, ao longo de quase toda área estudada, proporciona uma distribuição faciológica mais voltada para os bioclastos do que para os litoclastos, o que condiciona a área à uma maior participação da sedimentação marinha do que a terrígena, e isso está diretamente correlacionado aos tipos de habitats existentes na região.

Segundo Leão (1982) e Leão e Ginsburg (1997) a plataforma continental norte da Bacia do Espírito Santo segue um padrão de gradiente transicional na distribuição dos sedimentos entre a região costeira e a plataforma continental interna, intermediária e externa. Na plataforma continental interna predominam os sedimentos siliciclásticos, já nas plataformas intermediária e externa predominam os sedimentos carbonáticos. Isso foi evidenciado pela distribuição sedimentológica descrita no presente estudo, onde a porção referente a plataforma continental interna é dominada por sedimentos de origem terrígena que caracterizam o habitat definido como Areias Terrígenas e, em contrapartida, a plataforma continental intermediária e externa são dominadas por sedimentos de origem carbonática, podendo estes serem formados na própria bacia ou transportados de outra região, caracterizados pelos habitats Cascalhos Carbonáticos e Rodolitos e Cascalhos.

Segundo Aprile et al. (2004) o Rio Doce é o que mais contribui para a sedimentação terrígena na Bacia do Espírito Santo. Na região mais ao sul da Bacia, abaixo da isóbata de 30 m, ocorrem regimes sedimentares misturados, resultado da interação dos agentes hidrodinâmicos sobre os sedimentos relíquias e terrígenos continentais. Estes últimos são oriundos do sistema estuarino Piraquê-Açu em período de cheia (ALBINO, 1999; SILVA et al., 2013). Isso é evidenciado no habitat descrito como Areias Terrígenas, sendo que o mesmo foi sido afetado pelo acidente que ocorreu na barragem de Mariana em Minas Gerais e que provocou a contaminação de todo o curso do Rio Doce afetando a região marinha adjacente a sua desembocadura. Estudos conduzidos pela UFES (Quaresma et al. 2016) apontaram um aumento na concentração de Material Particulado em Suspensão (MPS) e uma presença maior de sedimento lamoso nas análises feitas logo após o desastre, principalmente na região mais rasa, em virtude do transporte sedimentar.

De uma forma geral, foi observado que os sedimentos de origem carbonáticos predominam na porção mais profunda da área de estudo, onde a contribuição terrígena é reduzida. Em ambientes rasos, na plataforma interna, estes sedimentos são constituídos majoritariamente por sedimentos de origem terrígena. A maior parte da área, representada pelos pontos de sedimentos coletados, é composta por areias biolitooclásticas e bioclásticas, devido à forte presença de fragmentos de organismos marinhos, o que define dois dos cinco habitats identificados, Cascalhos Carbonáticos e Recifes e Rodolitos. Uma faixa com areias biolitooclásticas e litoclásticas se concentram nas isóbatas de até 30 metros na porção sudoeste da área, se estendendo para o nordeste até a isóbata de 50 metros. Acompanhado esta faixa estão as lamas terrígenas com maior concentração nas proximidades da desembocadura dos rios Piraquê-Açu e Reis Magos, ambas definidas pelo habitat Areias Terrígenas. Estes resultados são corroborados pelo estudo de Albino (1999), que mapeou a plataforma continental desde a foz do rio Doce e delimitou as áreas do leito de acordo com a faciologia e encontrou, para a área correspondente às delimitações da APA Costa das Algas e do RVS de Santa Cruz, as fácies areia bioclástica e areia biolitooclástica para os setores de maior profundidade, e areia litoclástica e lama arenosa para os setores da plataforma de menor isóbata.

A distribuição dos padrões apresentados também é corroborada com os dados apresentados por Bourguignon et al. (2018) que dividiram as fácies em areias terrígenas, correspondentes às areias litobioclásticas e litoclásticas, bem como a lama terrígena. Segundo os autores as areias terrígenas compõem um habitat situado na plataforma interna em águas menos profundas, com distribuição irregular, com grãos variando de grosso a fino, com predomínio de areia média a fina.

Bourguignon et al. (2018) mostraram também a presença de área composta por uma mistura de sedimentos carbonáticos e terrígenos como o apresentado neste trabalho. Os autores mapearam uma área composta de sedimento cascalhoso e com presença de rodolitos, também relatado aqui, que se localiza na área da plataforma de águas mais profundas, desde a isóbata de 35 metros, e é caracterizado por fragmentos grossos de material biogênico, incluindo esqueletos e carapaças de organismos compostos de carbonato de cálcio.

Em contrapartida ao substrato inconsolidado, os bancos de rodolitos são compostos por camadas de nódulos de algas calcárias não articuladas (Corallinophycidae, Rhodophyta) e

seus componentes são conhecidos como granulados bioclásticos (DIAS, 2000), representando uma excelente fonte de carbonatos no Atlântico Sul Tropical (MILOSLAVICH et al., 2011; AMADO-FILHO et al., 2012). Isso foi observado no habitat recifes e rodolitos, no qual foi possível identificar uma grande quantidade de nódulos de algas calcárias. Segundo Riul et al. (2009), esse ambiente recifal, resultante de seu desenvolvimento, representa um abrigo e, indiretamente, fonte de alimento para uma extraordinária diversidade biológica, formando um oásis de diversidade em meio a paisagens monótonas do fundo arenoso da plataforma continental. Foi possível observar uma tendência para a presença de uma maior quantidade de organismos na porção mais profunda da APA Costa das Algas, na região recifal, com grande presença de rodolitos e algas calcárias, diferentemente do observado dentro do RVS de Santa Cruz dominado pelo habitat Areias Terrígenas, com um aspecto desértico e com a presença de poucos organismos marinhos. As condições especiais na área investigada, com a presença de diferentes tipos de substratos combinados com a profundidade na região, demonstram que essa região possui uma maior riqueza em biodiversidade do que as outras observadas neste estudo, necessitando que esses valores naturais sejam protegidos.

Em relação a estratégia metodológica utilizada neste trabalho, ambas unidades de conservação são caracterizadas por profundidades abaixo daquelas que podem ser acessadas por mergulho (> 20-30 m). Nestas áreas, as gravações de vídeos usando um ROV nos permitiu avaliar a distribuição dos habitats marinhos, sem causar danos ou interferências à comunidade bentônica. O método é sensível para perturbações como correntes, partículas na água e a própria logística para a coleta dos dados.

Este método tornou-se particularmente popular em programas de supervisão que monitoram o estado de saúde do fundo do mar e dos recifes de corais. O ROV é um recurso inestimável em comparação com muitos outros métodos de coleta. É fácil de usar; possui resposta rápida; não limitado pela profundidade como mergulhadores, abrange uma área ampla; monta um registro permanente que fornece informações de mudanças ao longo do tempo (LAM et al., 2006 e CARLETON et al., 1995).

Entretanto, de forma tradicional, o mapeamento de habitats marinhos é feito com métodos universais, que englobam aplicações de ampla variedade instrumental e metodologias, que evoluíram com o objetivo de mapear o fundo marinho de acordo com a escala de mapeamento e da distribuição dos recursos marinhos (KENNY et al., 2003; SOLAN et al.,

2003; DIAZ et al., 2004) e a resolução de imagens de satélite (SPALDING; GREENFEL, 1997; SPALDING et al., 2001; PRATES, 2006). Os sistemas de sonar multifeixes (TODD et al., 1999; BROWN; BLONDEL, 2008) apresentam um ótimo potencial para a prática do mapeamento de habitats, pois proporciona uma informação bem completa obtida pelo Sonar de Varredura Lateral. Estes sistemas, juntamente com os Veículos de Operação Remota (MONTEIRO et al., 2008) também trazem bons 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.

Os dados apresentados neste trabalho associados a essas técnicas de investigação indireta poderiam trazer resultados mais precisos, auxiliando numa melhor compreensão de toda a área investigada, contudo o método aplicado neste trabalho mostrou-se satisfatório para a investigação de habitats na escala regional que abrange as duas UCs, principalmente em se tratar de regiões sensíveis, podendo ser replicado em outras áreas com características semelhantes.

6. CONCLUSÃO

A técnica de imageamento do fundo através do ROV, juntamente com a sua correlação com os dados Sedimentológicos coletados, demonstraram a eficácia nesse tipo de metodologia quando aplicado na caracterização e mapeamento de habitats marinhos.

A partir dos cinco habitats descritos no presente trabalho, foi possível refinar o nível de conhecimento em relação ao que já existia em estudos pretéritos e de escala mais regional, alguns abrangendo a bacia como um todo e outros o estado do Espírito Santo, nas duas Unidades de Conservação.

Dentre as diversas observações feitas, foi possível identificar que a maior abundância encontrada na região estudada está localizada na porção mais profunda, no habitat descrito como Recifes e Rodolitos, tendo como oposto o habitat descrito como Areias Terrígenas a menor abundância, isso levando em consideração ao observado pelo imageamento. Essa observação é de grande relevância quando correlacionada a localização das duas UCs, sendo o RVS uma UC integral localizada no habitat menos abundante e o habitat mais abundante localizado na porção leste da APA uma UC de uso sustentável.

Os resultados obtidos no presente estudo, aliados a literatura existente e outros trabalhos que estão sendo desenvolvidos, poderão subsidiar o órgão gestor das duas UCs na elaboração de seus respectivos planos de manejo.

7. REFERÊNCIAS

- ALBINO, J. 1999. Processos de Sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES. 1999. Tese de doutoramento em Ciências – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ALTHAUS F., HILL N., FERRARI R., EDWARDS L., PRZESLAWSKI R., SCHÖNBERG CH., TRAN M. 2015. A standardized vocabulary for identifying benthic biota and substrata from under underwater imagery: the CATAMI classification scheme. *PLoS one*, 10(10), e0141039.
- AMADO-FILHO, G.M.; MANEVELDT, G.; MANSO, R.C.C.; MARTINS-ROSA, B.V.; PACHECO, M.R.; GUIMARÃES, S.M.P.B. 2007. Estructura de los mantos de rodolitos de 4 a 55 metros de profundidad en la costa sur del estado de Espírito Santo, Brasil. *Ciencias Marinas*, 33 (4): 399-410.
- AMADO-FILHO, G. M., PEREIRA-FILHO, G. H. 2012. Rhodolith beds in Brazil: a new potential habitat for marine bioprospection. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(4), 782-788.
- APRILE, F.M., LORANDI, R., BIANCHINI JUNIOR, I. 2004. A dinâmica costeira e os processos erosivos na Foz do Rio Doce, Espírito Santo – Brasil. *Bioikos*, PUC-Campinas, 18 (1): 71-78.
- BEGON M, HARPER JL, TOWNSEND CR. 1990. *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications.
- BOURGUINON, S.C.; BASTOS, A. C.; QUARESMA, V.S.; VIEIRA, F. V.; PINHEIRO, H.; AMADO FILHO, G. M.; MOURA, R. L.; TEIXEIRA, J. B. 2018. Seabed Morphology and Sedimentary Regimes defining Fishing Grounds along the Eastern Brazilian Shelf. *Geoscience*, 2018.
- BROWN, C. J., BLONDEL, P. 2008. Developments in the application of multibeam sonar backscatter for seafloor habitat mapping. *Applied Acoustics xxx (2008) xxx–xxx*.
- CARLETON, J. H., DONE, T. J. 1995. Quantitative video sampling of coral reef benthos: large scale application. *Coral reefs* 14:35-46.
- DIAS, G. T. M.- 2000. Granulados Bioclásticos – Algas Calcárias. *Brazilian Journal of Geophysics*, Vol. 18(3), p. 307 - 318, 2000.
- DIAZ, R.J., SOLAN, M., VALENTE, R.M. - 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *Journal of Environmental Management* 73, 165–181.
- GONZÁLEZ-RIVERO M., BEIJBOM O., RODRIGUEZ-RAMIREZ A., HOLTROP T., GONZÁLEZ-MARRERO Y., GANASE A., HOEGH-GULDBERG O. 2016. Scaling up Ecological Measurements of Coral Reefs Using Semi Automated Field Image Collection and Analysis. *Remote Sensing*, 8(1), 30.
- GRAY, J.S., 2001. Marine diversity: the paradigms in patterns of species richness examined. *Scientia Marina*, 65(S2), 41-56.

HARRIS, P. T. 2007. Applications of geophysical information to the design of a representative system of marine protected areas in southeastern Australia, In Todd, B. J., & Greene, H. G., eds., Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada, Special Paper, v. 47, p. 463-482.

HARRIS, P. T.; BAKER, E. K. 2012. Why Map Benthic Habitats?, In Harris, P. T., & Baker, E. K., eds., Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: Elsevier, London, p. 3-22.

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

JORDAN, A.; LAWLER, M.; HALLEY, V.; BARRETT, N. 2005. Seabed habitat mapping in the Kent Group of islands and its role in marine protected area planning. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15:51-70.

KAISER, M.J.; ROGERS, S.I.; MCCANDLESS, D.T. 1994. Improving quantitative surveys of epibenthic communities using a modified 2 m beam trawl. *Marine Ecology Progress Series* 106:131–138.

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

LAM, K., SHIN, P. K. S., BRADBEER, R., RANDALL, D., KU, K. K. K., HODGSON, S. G., CHEUNG, S. G. 2006. A comparison of video and point intercept transect methods for monitoring subtropical coral communities. *Experimental Marine Biology and Ecology*, pp 115-128.

LEÃO, Z.M.A.N. 1982. Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil. Ph.D. Dissertation, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Florida.

LEÃO, Z.M.A.N., GINSBURG, R. 1997. Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panamá* 2: 1767- 1772.

LESSER M.P., SLATTERY M., LEICHTER J., 2009. Ecology of mesophotic coral reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 375(1), 1-8.

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

LORING, D. H.; RANTALA, R. T. T 1992. 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.

MILLER, C.B. & WHEELER, P.A., (2012). *Biological Oceanography*, 2^o Edition. Wiley-Blackwell, 504 pp.

MILOSLAVICH, P.; KLEIN, E.; DÍAZ, J. M.; HERNÁNDEZ, C. E.; BIGATTI, G.; CAMPOS, L.; ARTIGAS, F.; CASTILLO, J.; PENCHASZADEH, P. E.; NEILL, P. E.; CARRANZA, A.; RENATA, M. V.; ASTARLOA, J. M. D. D.; LEWIS, M.; YORIO, P.; PIRIZ, M. L.; RODRIGUÉZ, D.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y.; GAMBOA, L.; MARTÍN, A. 2011. *Marine*

Biodiversity in the Atlantic and Pacific Coasts of South America: Knowledge and Gaps. PLoS ONE, v. 6, n. 1, p. e14631.

MOBERG, F. & FOLKE, C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*. 29. p: 215–233.

MOBERG, F. & RÖNNBÄCK, P. 2003. Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. *Ocean & Coastal Management*. 46. p: 27–46.

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

MOURA, R. L., AMADO-FILHO, G. M., MORAES, F. C., BRASILEIRO, P. S., SALOMON, P. S., MAHIQUES, M. M., BASTOS, A. C., ALMEIDA, M. G., SILVA JR., J. M., ARAUJO, B. F., BRITO, F. P., RANGEL, T. P., OLIVEIRA, B. C. V., BAHIA, R. G., PARANHOS, R. P., DIAS, R. J. S., SIEGLE, E., FIGUEIREDO JR., A. G., PEREIRA, R. C., LEAL, C. V., HAJDU, E., ASP, N. E., GREGORACCI, G. B., NEUMANN-LEITÃO, S., YAGER, P. L., FRANCINI-FILHO, R. B., FRÓES, A., CAMPEÃO, M., SILVA, B. S., MOREIRA, A. P. B., OLIVEIRA, L., SOARES, A. C., ARAUJO, L., OLIVEIRA, N. L., TEIXEIRA, J. B., VALLE, R. A. B., THOMPSON, C. C., REZENDE, C. E., & THOMPSON, F. L. 2016. An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Science advances*, v. 2(4), p. e1501252.

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

MYERS, N. 1997. Global biodiversity II: losses and threats. *Principles of Conservation Biology*, 2nd edition. Eds. Meffe, G. K.; Carroll, C. R. and contributors. p. 123-149.

PRATES, A.P. 2006. Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação. 2 ed. Ampliada. Brasília: MMA, SBF. 2006.

PYLE R.L., 2000. Assessing undiscovered fish biodiversity on deep coral reefs using advanced self-contained diving technology. *Marine Technology Society Journal*, 34(4), 82-91.

QUARESMA, V.S; BASTOS, A.C; ORLANDO, M.T.D; TURBAY, C.V.G; LOPES, B.A.; LEITE, M.D. 2016. Variabilidade Espacial e Temporal de MPS e Sedimento na Plataforma Adjacente à Foz do rio Doce, após o aporte de material de rejeito de minério. Relatório Técnico. Universidade Federal do Espírito Santo.

RIUL, P.; LACOUTH, P.; PAGLIOSA, P. R.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; HORTA, P. A. 2009. Rhodolith beds at the easternmost extreme of South America: Community structure of an endangered environment. *Aquat. Bot.*, v. 90, p. 315-320.

ROBERTS, C.M., ORMOND, R.F.G., 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 41, 1–8.

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

SPALDING, M.D., A.M GREENFELL, 1997. New estimates of global and regional coral reef areas. *Coral Reefs* 16(4),225–230.

SPALDING, M.D.; C. RAVILIOUS, E.P. GREEN, 2001. *World Atlas of Coral Reefs*. University of California Press, 424p.

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., 2003. Towards a greater understanding of pattern, scale and process in marine benthic systems: a picture is worth a thousand worms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 285/286, 313–338.

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

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