UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

SILVIA NOSSA BOURGUIGNON

MAPEAMENTO ACÚSTICO DO CANAL DE ABROLHOS E SEU ENTORNO, BAHIA - BRASIL

VITÓRIA 2010

SILVIA NOSSA BOURGUIGNON

MAPEAMENTO ACÚSTICO DO CANAL DE ABROLHOS E SEU ENTORNO, BAHIA - BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Oceanografia, do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia. Orientador: Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos.

VITÓRIA 2010

SILVIA NOSSA BOURGUIGNON

MAPEAMENTO ACÚSTICO DO CANAL DE ABROLHOS E SEU ENTORNO, BAHIA - BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Oceanografia, do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Entregue em 08 de Dezembro de 2010

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Profa. Dra. Valéria da Silva Quaresma Universidade Federal do Espírito Santo

Msc. João Batista Teixeira
Universidade Federal do Espírito Santo

MAPEAMENTO ACÚSTICO DO CANAL DE ABROLHOS E SEU ENTORNO, BAHIA - BRASIL

por

Silvia Nossa Bourguignon

Submetido como requisito parcial para a obtenção do grau de

Oceanógrafo

na

Universidade Federal do Espírito Santo

Dezembro de 2010

© Silvia Nossa Bourguignon

Por meio deste, o autor confere ao Colegiado do Curso de Oceanografia e ao Departamento de Oceanografia da UFES permissão para reproduzir e distribuir cópias parciais ou totais deste documento de monografia para fins não comerciais.

Assinatura do autor	
	Curso de Graduação em Oceanografia Universidade Federal do Espírito Santo 08 de dezembro de 2010.
Certificado por	
	Alex Cardoso Bastos
	Prof. Adjunto / Orientador CCHN/DOC/UFES
Certificado por	
·	Valéria da Silva Quaresma
	Profa. Adjunto / Examinador interno CCHN/DOC/UFES
Certificado por	
·	João Batista Teixeira
	Msc. / Examinador externo CCHN/DOC/UFES
Aceito por	
_	Gilberto Fonseca Barroso
Pro	f. Adjunto / Coordenador do Curso de Oceanografia

CCHN/DOC/UFES

À Deus, grande Criador e Pai amoroso, pelo oceano, o presente mais valioso e nobre que em minha vida colocou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido forças nos momentos de dificuldade e ter colocado pessoas maravilhosas que me ajudaram e me aconselharam ao longo de toda a caminhada. Obrigado por tudo Senhor!

À UFES (Universidade Federal do Espírito Santo) e a CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelas bolsas de iniciação científica no desenvolvimento deste projeto.

À Conservation International, pelo desenvolvimento do projeto *Marine Management Area Science* (MMAS), o qual este trabalho está inserido.

Agradeço ao meu querido orientador, Alex Bastos, pela amizade, pelo conhecimento transmitido, pelas horas perdidas com minhas dúvidas e incertezas intermináveis, pelos conselhos precisos, por toda paciência, orientação e confiança. Obrigada!

Ao Nélio, querido amigo. Obrigada por todos os ensinamentos no ArcGis e pelas dicas e conselhos essenciais. Obrigada pela paciência e pelos dias dedicados, até mesmo quando estava cansado e sem tempo. Deus o abençoe em todos os seus caminhos. Valeu Nelião!

Agradeço a professora e amiga Valéria Quaresma, por todo o conhecimento e experiência passados e pelos seus conselhos valiosos. Agradeço também ao professor Renato Ghisolfi, pelos puxões de orelha sem fim, preocupação e dificuldades impostas. Vocês me ensinaram muito.

À minha mãe, fundamental na minha vida. Obrigada pela fé e confiança inabaláveis, tanto transmitidas. Verdadeiro exemplo de amor e compaixão. Obrigada por todo tempo dedicado e pelas orações incansáveis. Obrigada por estar ao meu lado. Amo você!

Ao meu pai por todo esforço, amor e dedicação durante tantos anos. Por estar ao meu lado quando precisei e pelos conselhos nos momentos mais difíceis. Obrigada Pai, pela confiança depositada e esforço investido. Amo você!

À minha irmã pelos momentos bons e ruins que passamos juntas. E que mesmo diante das dificuldades me ensinou a ser uma pessoa melhor. Obrigada Livia!

Agradeço ao meu amor, Bruno. Por todos esses anos de amor e compreensão. Por abrir mão de tantos finais de semana. Obrigada meu lindo por toda paciência e incentivo. Levo você sempre no meu coração. Amo você demais!

A todos os meus familiares que acompanharam meu esforço e me apoiaram. Em especial a Fran, que sempre confiou e apostou em mim. Pelos gingas, fofocations e todo momento de descontração. Obrigada flufi!

Aos meus amigos Vitão, Degato, Alemão, Lora e Leilete que mesmo de longe me acompanharam e torceram por mim. Obrigada! Amo vocês!

Agradeço aos Coleguinhas: Tarci, Pri, Jack, Diego, Gê, Kyssy, Lari, Bel e Gean por todos os momentos de alegria juntos e dificuldades superadas. Amigos maravilhosos. Estão no meu coração.

À galera de 2007: Bai, Fran, Bimba, Flor, Elisa, Pedrão, Deny, Baiano, Macaco, Sesco, Aurinho e Bucha, turma querida e sem igual. Obrigada por todos os momentos de alegria, risadas, amizade, viagens e tantos outros momentos os quais nunca vou me esquecer.

Enfim, agradeço a todos que colaboraram de alguma maneira para que este trabalho pudesse acontecer. Obrigado a todos que estiveram ao meu lado e me ajudaram!

LISTA DE FIGURAS

Figura 3. 1 - Mapa de localização da área de estudo 18
Figura 4.1.1 - Representação de um pináculo coralino ou chapeirão (Leão et al., 2003)
Figura 4.1.2 - Classificação dos recifes segundo Leão (1996) e Leão et al. (2003) (Dutra, 2003)
Figura 4.1.3 - Visão aérea de alguns bancos recifais pertencentes ao arco costeiro. C – parte do Recife Parcel das Paredes e D- Recife Coroa Vermelha (Leão et al., 2008)
Figura 4.1.4 - Vista aérea dos recifes em franja do Arquipélago de Abrolhos (no topo à esquerda, a Ilha de Santa Bárbara e a oeste a Ilha Guarita, ainda no topo, à direita, a Ilha de Sueste; na base à esquerda a Ilha Redonda e a Siriba à direita) (foto de Marcelo Skaf) (Leão, 1999).
Figura 4.1.5 - Foto aérea dos bancos recifais (A) e dos topos dos chapeirões maiores (B) que constituem o Parcel dos Abrolhos (foto de Zelinda Leão e Ruy Kikushi) (Dutra, 2003; Leão, 2003)
Figura 4.1.6 - Espécie do coral endêmico da região de Abrolhos, Mussismilia braziliensis (Dutra, 2003)
Figura 4.2.1 – Componentes do side scan sonar: transdutor subaquático, gravador e cabo conector (Ferns e Houg, 2002)
Figura 4.2.2 - A - Sonar de varredura lateral sendo rebocado por uma embarcação; B - representação esquemática da transmissão e reflexão do sinal acústico (backscattered wave) (A - modificado de Ayres Neto, 2000; B - modificado de Ferns e Hough, 2002)
Figura 5.1.1 - Localização das linhas sonográficas e dos dados sedimentares adotados na área de estudo
Figura 5.1.2 – Folha de bordo utilizada para aquisição das informações

Figura 5.1.3 - Mapa com a distribuição e composição sedimentar da região de
Abrolhos ao redor dos recifes Leão et al. (2005). As amostras 3, 4, 5, 7, 25 e
29, destacadas na área em vermelho, representam as amostras adotadas
dentro da região de estudo (modificado de Leão et al., 2005) 35
Figura 5.1.4 - Mapa da distribuição textural dos sedimentos ao redor dos recifes em Abrolhos. As amostras 3, 4, 5 , 7, 25 e 29 , destacadas na área em vermelho, representam as amostras adotadas dentro da região de estudo (modificado de Leão et al, 2005)
Figura 6.1.1 - Mapa acústico da área de estudo, evidenciando o Canal de
Abrolhos e as amostras de sedimentos no seu interior analisadas por Leão e Ginsburg (1997)40
Figura 6.1.2 - Distribuição dos domínios de fundo identificados no Canal de
Abrolhos
Figura 6.1.3 - Banco recifais do arco costeiro bloqueando fluxos de água e
sedimento, atuando como barreiras protetoras à sobrevivência dos recifes de
coral (Dutra, 2003)43
Figura 6.1.4 - Distribuição dos domínios de fundo identificados no Canal de
Abrolhos e na região do entorno, representado pelo Arco Costeiro 44
Figura 6.1.5 - Mapa acústico da área de estudo apresentando a região do Arco
Costeiro e as amostras de sedimentos 3, 4, 5 e 7 analisadas por Leão e
Ginsburg (1997)45
Figura 6.1.6 - Porcentagem de sedimentos siliciclásticos observados e os
transectos (AA', BB' e CC') ao longo da região de Abrolhos estudados por Leão
e Ginsburg (1997)46
Figura 6.2.1 - Mapa de elevação do terreno representando a batimetria da área
de estudo 48
Figura 6.2.2 - Localização dos fundos regular e irregular na área de estudo 49
Figura 6.2.3 - Distribuição e localização das estruturas recifais isoladas e
agrupadas na área de estudo51

Figura	6.3.1	- Clas	sificação	е	distribuição	dos	habitats	marinhos	potenciais
identific	ados i	na área	de estud	do.					54

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1: Classificação dos padrões sonográficos.
Tabela 6.3 - Habitats geológicos e biológicos em um sistema de classificação nierárquico utilizado para descrever os habitats potenciais da área de estudo
5,

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3. ÁREA DE ESTUDO	18
3.1 Localização	18
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
4.1 O Complexo Recifal Abrolhos	20
4.1.2 Distribuição, Crescimento e Morfologia dos Recifes	20
4.1.3 O Sedimento Inter-recifal	26
4.2 Mapeando a Geodiversidade do Fundo Marinho	27
4.2.1 Sonografia	28
5. MATERIAIS E MÉTODOS	32
5.1 Aquisição de Dados	32
5.1.1 Registros Sonográficos	32
5.1.2 Registro Batimétrico	32
5.1.4 Dados de Sedimento de Fundo	35
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
6.1 Padrões de Imageamento do Fundo Marinho	37
6.1.1 Canal de Abrolhos	39
6.1.2 Arco Costeiro	43
6.2 Batimetria	48
6.3 Mapeamento dos Habitats Potenciais	52

7. CONCLUSÃO	. 57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	. 58

RESUMO

O estudo realizou o mapeamento acústico do Canal de Abrolhos e a região do seu entorno localizados ao sul da costa da Bahia. Diferentes tipos de substratos foram definidos utilizando-se dados geofísicos referentes à área de estudo. Para isso, foram adquiridos registros do Sonar de Varredura Lateral e dados batimétricos a partir de folha de bordo. Seis padrões sonográficos foram identificados e a partir dessa classificação, dois domínios de fundo no Canal de Abrolhos e no Arco Costeiro puderam ser definidos: o domínio recifal e o domínio inconsolidado. Através de dados sedimentares adotados bibliografia, foi possível, juntamente com os sonogramas, comparar e inferir as fáceis acústicas presentes no fundo marinho da área de estudo. Observou-se no interior do Canal de Abrolhos que o domínio recifal foi predominante, caracterizado por todas as classes de padrões sonográficos, porém, os padrões de alta intensidade de retorno do sinal com estruturas isoladas e agrupadas foram os padrões mais frequentes. Na região do entorno, região que representa o Arco Costeiro, como classificado por Leão (1999), o domínio inconsolidado foi o domínio de maior representatividade, caracterizado pelo padrão homogêneo de baixa intensidade de retorno do sinal. Em relação à batimetria foram observadas duas regiões distintas: uma região de fundo regular, localizado na região do Arco Costeiro e outra de fundo irregular, concentrando-se no Canal de Abrolhos. No Canal encontrou-se a predominância de ambos os tipos de estruturas recifais, localizando-se em profundidades entre 5 a 25 m. De forma geral, a localização do Canal pode ser responsável pela variedade de estruturas e fáceis acústicas encontradas nessa região, visto que é uma região de transição entre duas áreas distintas a nível recifal e sedimentar. Foi possível, a partir da identificação dos domínios e das características do leito marinho, definir os habitats potenciais na área de estudo, o que pode ser considerada uma excelente ferramenta para o planejamento, criação e manejo de áreas que necessitam de constante conservação, como é o caso da região de Abrolhos.

1. INTRODUÇÃO

O maior sistema de recifes já observado de todo o Brasil e do Oceano Atlântico Sul é a região de Abrolhos. Além de sua considerável extensão, Abrolhos chama a atenção de pesquisadores e estudiosos por possuir características particulares, diferindo dos recifes do outro lado do Atlântico. Dentre essas características inclui-se o grande endemismo das espécies coralinas da região. Contudo, mesmo apresentando espécies exclusivas, a diversidade desses organismos, em relação aos outros complexos recifais do planeta, é baixa. Esse fato pode ser associado à deposição sedimentar e a forma em que ela ocorreu ao longo dos anos, interferindo na distribuição e até mesmo na sobrevivência das espécies (Leão e Ginsburg, 1997; Leão, 1999; Leão et al., 2005).

Outra característica intrigante e peculiar da área é a coexistência de diferentes tipologias de sedimento ao redor dos recifes e bancos. O predomínio de sedimento siliciclástico com o sedimento carbonático está relacionado com a evolução geológica da região, possuindo como os principais agentes as variações do nível do mar. Os depósitos atuais resultantes refletem os processos pretéritos que, possivelmente, são os maiores responsáveis pela variedade de habitats encontrados hoje (Leão e Ginsburg, 1997; Dutra et al., 2006).

A área que será estudada por esse projeto compreende o Canal de Abrolhos e todo o seu entorno localizados na região do Arco Costeiro e do Arco Externo do complexo recifal Abrolhos. Essa divisão, descrita por Leão (1999), baseia-se na forma de crescimento dos recifes, o que caracteriza cada região. O arco costeiro é dominado por pináculos coralinos coalescentes, constituindo bancos recifais. Os pináculos são estruturas recifais que crescem em forma cogumelar e, por esse fato, também são denominados chapeirões. Nessa região, as fácies sedimentares sofrem influência do aporte terrígeno. No arco externo, grandes chapeirões isolados desenvolvem-se em águas com profundidade superior a 20 m e recifes em franja são característicos. Situado nessa região está o Arquipélago dos Abrolhos. No arco externo o sedimento é quase totalmente

biogênico oriundo da erosão de estruturas recifais e de partículas carbonáticas, constituintes da fauna e flora construtoras dos recifes (Leão, 1999; Leão et al.², 2008).

O estudo compreende o mapeamento acústico do Canal de Abrolhos a partir de registros sonográficos da área, sendo utilizadas ainda informações batimétricas para a interpretação da morfologia do fundo. O imageamento sonográfico representa importante ferramenta para a investigação do fundo oceânico e é gerado através de método geofísico indireto que consiste em emissão de sinais acústicos. Esses sinais alcançam o fundo e retornam ao sensor acoplado ao equipamento, produzindo uma "leitura" do leito marinho. As imagens geradas são repostas às propriedades reflexivas de cada sedimento (Ayres Neto e Baptista Neto, 2004).

Em muitos estudos, atualmente, essa ferramenta vem sendo utilizada para mapear indiretamente características geomorfológicas e sedimentológicas do fundo. Através dos mosaicos produzidos pelo retorno do sinal acústico (acoustic backscatter), associados a dados sedimentares *in situ* adotados, importantes para a parametrização dos dados acústicos, foi possível identificar e mapear potenciais habitats do leito marinho.

O mapeamento de habitats permite o detalhamento de comunidades bentônicas e até mesmo pesqueiras, possibilitando melhor compreensão das interações entre o organismo e o substrato e assim manejo adequado dos habitats (Brown & Blondel, 2009; Lathrop et al., 2006).

Este trabalho insere-se no projeto "Mapeamento do Fundo Submarino do Banco dos Abrolhos - Inter-Reef Habitats-Marine Management Areas Science" do Programa Marinho da Conservação Internacional do Brasil em parceria com o Laboratório de Oceanografia Geológia (LABOGEO) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), cujo objetivo geral é mapear e compreender as áreas inter-recifais da região de Abrolhos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Mapear e definir os diferentes tipos de substratos do fundo do Canal de Abrolhos e do seu entorno através da correlação de dados acústicos.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar e classificar as fáceis acústicas encontradas;
- Definir os tipos de substrato com base nas fácies acústicas, na morfologia e em dados sedimentares;
- Contribuir para a determinação de domínios de tipos de fundo no Canal dos Abrolhos visando à correlação com habitats marinhos.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização

A área estudada situa-se no Banco dos Abrolhos localizado entre as cidades de Prado e Nova Viçosa, ao sul do estado da Bahia. Compreendendo o Canal de Abrolhos e a região no entorno essas áreas inserem-se no maior sistema de recifes do Brasil (Figura 3.1).

Possuindo 15 km de extensão (Leipe et al., 1999) e profundidade variando entre 20 e 30 m (Leão, 1999), o Canal de Abrolhos é muito utilizado por embarcações e conforme nota em Carta Náutica (1310) a navegação deve ser evitada por navios com mais de 5 m de calado devido a existência de "chapeirões" na área.

O canal divide duas regiões diferentes que representam o seu entorno. Essas regiões são denominadas de Arco costeiro e Arco externo e apresentam características muito particulares que as distinguem: a forma de crescimento dos recifes e suas fáceis sedimentares.

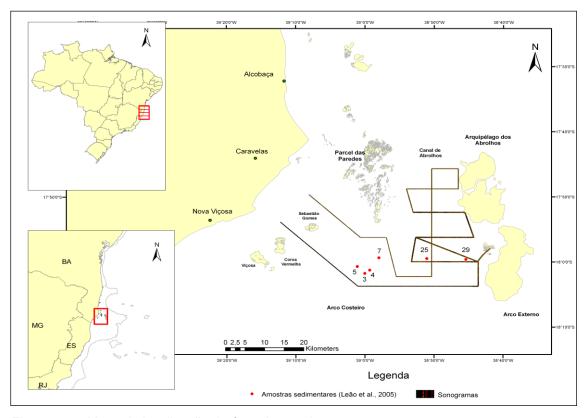


Figura 3. 1 - Mapa de localização da área de estudo.

3.2 Clima e Parâmetros Oceanográficos

A região de Abrolhos encontra-se na costa leste brasileira a qual possui clima tropical úmido. Existem dois períodos de maior pluviosidade na área costeira adjacente a Abrolhos: os meses de abril a maio (meses mais chuvosos) e outubro a janeiro, resultando em uma precipitação média anual de aproximadamente 1400 mm (Dutra, 2003; Leão e Ginsburg, 1997; Nimer, 1989).

Conforme estudo realizado por Dutra (2003) na região há presença dominante de ventos alísios com direção de nordeste (NE) e leste (E), predominando nos meses de outubro a fevereiro e março a setembro, respectivamente. Nos períodos de fortes tempestades, ventos de sudeste (SE) são freqüentes. Isso ocorre devido às migrações sazonais da célula anticiclônica do Atlântico Sul.

Existem dois padrões de ondas que coincidem com a direção dos ventos alísios na região. Uma seqüência de ondas coincide com os alísios de NE e E, provocando uma deriva litorânea para sul na região superior da Ponta da Baleia. A outra frente de ondas possui direção SE e promove uma deriva para o norte na região inferior da Ponta da Baleia. As ondas de SE interagem com o fundo marinho em aproximadamente 35 m de profundidade, já as ondas de NE e E a 20 m de profundidade. Contudo, no geral, as ondas em Abrolhos possuem baixa energia, visto que são dissipadas pelos inúmeros bancos recifais. A Corrente do Brasil é outro agente hidrodinâmico forte que alcança o complexo Abrolhos e influencia seus processos de circulação (Bittencourt et al., 2000; Leão, 1999).

As temperaturas médias da superfície da água no local varia entre cerca de 24°C no inverno 27°C no verão. Verticalmente, entre o fundo e a superfície não é observado variações de temperatura superiores a 2°C. A salinidade da água no entorno dos recifes varia de 36,5 a 36,7 partes por mil, podendo diminuir com as passagens de frentes meteorológicas de SE (Leipe et al., 1999; Marchioro et al., 2005).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O Complexo Recifal Abrolhos

O Banco de Abrolhos é um alargamento de aproximadamente 200 km da plataforma continental leste brasileira. Constitui-se no mais importante sistema de recifes do Brasil e de todo Atlântico Sul por possuir um crescimento de recifes diferente, organismos construtores endêmicos e deposição sedimentar muito própria, diferindo dos recifes do Atlântico Norte (Leão 1999; Leão et al.², 2008).

As principais pesquisas e trabalhos sobre a região de Abrolhos englobando uma variedade de características relacionadas aos recifes foram descritos por Zelinda M. A. Leão. Essa autora observou diferentes aspectos a nível recifal como, crescimento, morfologia, distribuição, organismos e sedimento, enriquecendo o conhecimento sobre a área. A maior parte dos dados e informações que seguem abaixo foram descritos baseando-se nos seus seguintes trabalhos e publicações: Leão, 1996, 1999; Leão e Ginsburg, 1997; Leão et al., 2003, 2005, 2008².

4.1.2 Distribuição, Crescimento e Morfologia dos Recifes

A estrutura básica e principal característica da região de Abrolhos são os pináculos coralinos. Essas estruturas desenvolvem-se praticamente em toda extensão do banco, com crescimento estreito na base e o topo expandindo-se lateralmente, similares a cogumelos, sendo por isso denominada também de chapeirões (Figura 4.1.1). O motivo pelo qual esses corais crescem em forma cogumelar é ainda desconhecido (Leão 1996; Leão et al., 2008).

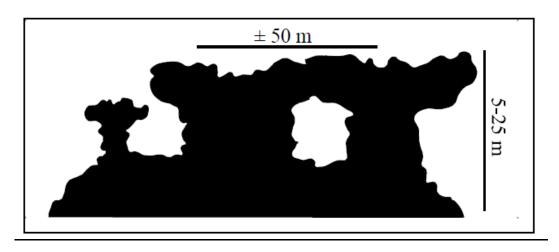


Figura 4.1.1 - Representação de um pináculo coralino ou chapeirão (Leão et al., 2003).

Os chapeirões são construídos por organismos endêmicos de Abrolhos e podem ter várias dimensões e tamanhos, permanecerem isolados ou coalescerem e constituírem verdadeiros bancos recifais. Segundo alguns estudos, esse fato pode estar relacionado com as características locais em que se desenvolveram, como por exemplo, a profundidade do substrato. Já a existência de um ou outro tipo de espécie coralina na região, estaria relacionada com o tipo de substrato que se encontram (Leão, 1996; Leão e Ginsburg, 1997). Dessa forma, os recifes de corais em Abrolhos distribuem-se em duas regiões principais: o arco costeiro e arco externo.

O arco costeiro situa-se aproximadamente entre 10 a 20 quilômetros da costa e sofre influência direta dos processos continentais. Suas estruturas recifais encontram-se em águas com até 20 m de profundidade (Leão 1996, 1999). De acordo com a classificação de Leão (1996) e Leão et al. (2003) para os recifes de coral do litoral da Bahia (Figura 4.1.2), os recifes do arco costeiro são classificados como bancos recifais isolados afastados da costa, com tamanhos e forma variáveis (irregulares, alongados, circulares e arqueados).

Nessa região, os chapeirões estão desenvolvidos em menores profundidades, alcançando a superfície da água, o que intensifica o crescimento lateral, ao invés do desenvolvimento vertical. Então, quando essas estruturas encontramse próximas uma das outras, seus topos se fundem, constituindo estruturas maiores, os bancos recifais. Os bancos recifais costeiros apresentam, no geral,

direção norte-sul, ou seja, são paralelos ou quase paralelos à linha de costa. Essa orientação deve-se, provavelmente ao regime de ventos, NE e E na maioria do ano (Leão, 1996; Leão et al., 2003, 2008).

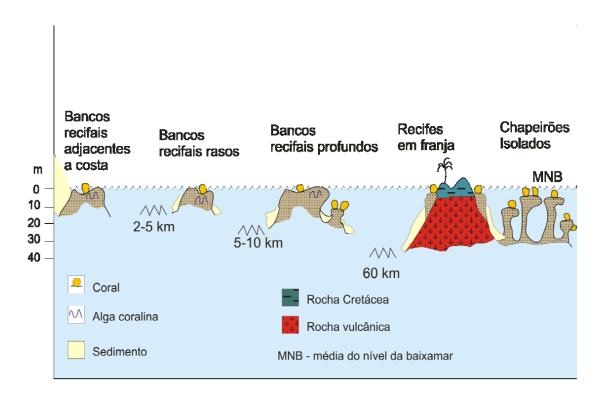


Figura 4.1.2 - Classificação dos recifes segundo Leão (1996) e Leão et al. (2003) (Dutra, 2003).

Os bancos recifais menores são constituídos da coaslecência de poucos pináculos e os bancos de grandes extensões são originários da união de inúmeros chapeirões. Nessa região os bancos podem alcançar até vários quilômetros de extensão, como o Recife Parcel das Paredes (Figura 4.1.3C) que chega até 30 quilômetros de extensão, localizado na aproximadamente na porção central do arco, sendo considerado um sistema de bancos recifais e chapeirões isolados. Outros recifes menores que compõe o arco costeiro são os recifes de Sebastião Gomes, Coroa Vermelha (Figura 4.1.3D) e Nova Viçosa, situados mais ao sul da região. Bancos menores de cerca de 5 a 10 km de extensão integram a área na porção mais ao norte (Dutra, 2003; Leão, 1996; Leão et al., 2003, 2008).

O arco externo localiza-se aproximadamente a 60 km da costa. Suas estruturas recifais encontram-se em águas com profundidade superior a 20 m e sofrem influência direta da Corrente do Brasil. Localizam-se nessa região os recifes do Parcel dos Abrolhos e o Arquipélago dos Abrolhos, composto por cinco ilhas: Santa Bárbara (a maior das ilhas), Redonda, Siriba, Sueste e Guarita (Figura 4.1.4) (Leipe et al., 1999; Leão, 1999; Leão et al., 2008).

Segundo a classificação de Leão (1996) e Leão et al. (2003), os recifes dessa área são classificados como recifes em franja e pináculos coralinos isolados. Os recifes em franja situam-se nas margens das ilhas de Abrolhos, em cerca de 5 a 10 m de profundidade, e são originados através de incrustação calcária de organismos sobre os afloramentos rochosos vulcânicos das ilhas (Figura 4.14) (Leão et al., 2003; Spanó et al., 2008). Esses recifes são os recifes de coral mais visitados do Parque Nacional Marinho de Abrolhos (Castro, 1997).





Figura 4.1.3 - Visão aérea de alguns bancos recifais pertencentes ao arco costeiro. C – parte do Recife Parcel das Paredes e D- Recife Coroa Vermelha (Leão et al., 2008).



Figura 4.1.4 - Vista aérea dos recifes em franja do Arquipélago de Abrolhos (no topo à esquerda, a Ilha de Santa Bárbara e a oeste a Ilha Guarita, ainda no topo, à direita, a Ilha de Sueste; na base à esquerda a Ilha Redonda e a Siriba à direita) (foto de Marcelo Skaf) (Leão, 1999).

Os recifes do Parcel dos Abrolhos são constituídos de chapeirões maiores e maduros, isolados em mar aberto e também alguns bancos recifais menores (Figura 4.1.5). Os pináculos nessa região podem alcançar até 25 m de altura e topo com até 50 m de diâmetro. Devido, possivelmente, à grande profundidade de sua fundação que não permite sua exposição durante os períodos de maré baixa, os chapeirões no arco costeiro não coalescem, possuindo então acentuado desenvolvimento vertical (Leão, 1996; Leão e Ginsburg, 1997, Leão et al., 2003). Várias colônias de diversas espécies de corais ocupam o topo desses chapeirões, incluindo espécies de organismos endêmicos, como a espécie *Mussismilia braziliensis*, o principal construtor dos recifes de Abrolhos, existente apenas na região (Figura 4.1.6) (Dutra, 2003; Leão, 1999).





Figura 4.1.5 - Foto aérea dos bancos recifais (A) e dos topos dos chapeirões maiores (B) que constituem o Parcel dos Abrolhos (foto de Zelinda Leão e Ruy Kikushi) (Dutra, 2003; Leão, 2003).



Figura 4.1.6 - Espécie do coral endêmico da região de Abrolhos, *Mussismilia braziliensis* (Dutra, 2003).

4.1.3 O Sedimento Inter-recifal

Além da forma e crescimento particulares dos recifes na região de Abrolhos, outro aspecto importante e muito característico da área é a coexistência entre

diferentes tipos de sedimento ao redor dos recifes e sua permanente sobrevivência.

Na zona costeira, o sedimento é de origem terrígena e ao redor de todos os recifes e principalmente, na região dos recifes do Arco Externo o sedimento predominante é de origem biogênica. No geral, ao longo de toda a extensão da plataforma de Abrolhos, pode-se caracterizar o sedimento de fundo composto por: 97% de lama carbonática e apenas 3% de areia biogênica (Leão et al., 2005).

Sob essas condições sedimentares os recifes continuam existindo. De acordo com Leão e Ginsburg (1997), Leão et al. (2003) e Leão et al. (2005), este fato pode estar associado à falta de grandes descargas fluviais na região dos recifes, ainda, aos eventos de curto prazo de ressuspensão de sedimentos lamosos, provocados por ocasionais ondas de ventos formadas por tempestades, e a adaptação de uma fauna coralina funcional e mais resistente a essas condições.

4.2 Mapeando a Geodiversidade do Fundo Marinho

Com o avanço científico e desenvolvimento tecnológico foi possível a criação de novas técnicas que investigassem o fundo marinho e muitos outros ambientes da Terra, otimizando tempo e até mesmo custos. Por meio da geofísica é possível estudar esses ambientes utilizando propriedades físicas naturais do meio como: campo elétrico, gravitacional e magnético, densidade, propagação de ondas acústicas e radioatividade natural (Ayres Neto, 2000; Ayres Neto e Baptista Neto, 2004).

Os registros geofísicos fornecem informações sobre a geologia de uma determinada área e detectam anomalias relacionadas a essas condições geológicas. Consistem ainda, em métodos indiretos de investigação do fundo marinho, cujas maiores vantagens é a alta aquisição de dados, em curto espaço de tempo, quando comparado a área amostral (Ayres Neto, 2000; Ayres Neto e Baptista Neto, 2004).

Além disso, a maior parte do fundo do mar da plataforma continental se encontra além dos limites de detecção de cartografia aérea ou de tecnologias por satélite devido à profundidade da água e / ou turbidez (Kendall et al., 2005).

De acordo com Ayres Neto (2000) os mecanismos mais importantes empregados no estudo do fundo oceânico baseiam-se no princípio de propagação de ondas acústicas. A sonografia, batimetria e sísmica são as principais ferramentas de investigação e mapeamento do leito marinho que utilizam esse princípio, possuindo mesmo funcionamento: a transmissão, propagação e reflexão de sinais acústicos entre dois ou mais meios de características físicas distintas.

Neste trabalho a sonografia foi a principal ferramenta acústica na investigação do fundo marinho da região de Abrolhos. A batimetria (obtida a partir de folha de bordo) também foi um instrumento auxiliar importante, que complementou as análises e interpretações do estudo.

4.2.1 Sonografia

A sonografia, através de seus registros, fornece características e feições sedimentares do fundo do oceano, revelando a distribuição dos sedimentos e estruturas morfológicas, sendo capaz também de mostrar objetos, como estruturas de produção a *offshore* e navios naufragados (Ayres Neto, 2000).

Uma das principais tecnologias utilizadas pela sonografia atualmente é o side scan sonar ou sonar de varredura lateral (SSS). O side scan sonar é definido como um equipamento de imageamento acústico que fornece, em grande área, imagens do fundo marinho em boa resolução. O sistema consiste em um transdutor subaquático que é conectado por um cabo a um dispositivo de gravação a bordo (Figura 4.2.1). (Fish e Carr, 1990; Kenny et al., 2003).



Figura 4.2.1 – Componentes do side scan sonar: transdutor subaquático, gravador e cabo conector (Ferns e Houg, 2002).

Os transdutores são rebocados atrás da embarcação e emitem, em suas laterais, feixes de ondas acústicas que se propagam até alcançar o leito marinho. No fundo do oceano ocorre o eco do sinal acústico que é recebido pelos transdutores em frações de segundo, sendo transmitidos para a unidade de gravação (Figura 4.2.2). O gravador processa esse sinal de retorno (acoustic backscatter) e produz uma imagem acústica do fundo do mar (Ayres Neto, 2000; Kenny et al., 2003).

As imagens produzidas pelo sonar de varredura lateral consistem em diferentes intensidades do retorno do sinal que podem ser traduzidas ou apresentadas em escalas de cores ou padrões de cinza. Essas intensidades distintas estão relacionadas com as propriedades dos tipos de sedimentos de fundo, como a granulometria e a textura, o ângulo de incidência do sinal, a micromorfologia do fundo e a atenuação das ondas acústicas (Ayres Neto, 2000; Quaresma et al., 2000). Em fundo com sedimentos grossos, por exemplo, a quantidade de energia refletida será maior que em um fundo de sedimentos lamosos de baixa compactação. Isso é devido à maior irregularidade e área de incidência proporcionada pelos grãos maiores, permitindo locais preferenciais na reflexão de energia (Ayres Neto, 2000).

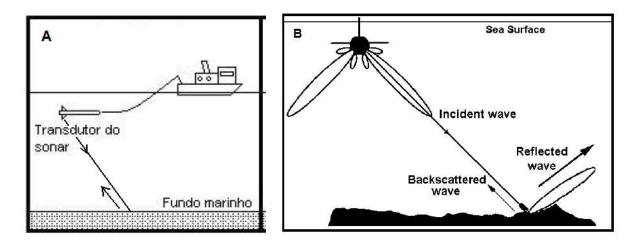


Figura 4.2.2 - A - Sonar de varredura lateral sendo rebocado por uma embarcação; B - representação esquemática da transmissão e reflexão do sinal acústico (backscattered wave) (A – modificado de Ayres Neto, 2000; B – modificado de Ferns e Hough, 2002).

Há alguns anos essa técnica acústica tem se tornado importante ferramenta para investigações de fontes pesqueiras, ganhando popularidade entre pesquisadores para avaliação de *habitats* e potenciais distúrbios provocados pelo homem em organismos bentônicos (Able et al., 1987; Greene et al., 1999).

Essa utilização, cada vez mais comum, ocorre, pois, muitos *habitats* bênticos (e comunidades pesqueiras relacionadas), são definidos por características geológicas do meio em que vivem, em conjunto com a profundidade, química, sedimentologia e outros atributos associados a essas comunidades bióticas. Dessa forma, técnicas geofísicas são essenciais na determinação da estrutura do habitat e sua litologia (Greene et al., 1999).

De acordo com Kendall et al. (2005), o conhecimento da distribuição dos *habitats* bentônicos propicia investigação e metas de gestão adequadas, tais como identificar e proteger comunidades pesqueiras essenciais.

Mapear a distribuição de espécies baseando-se nas preferências de substrato de cada habitat tornou-se uma metodologia extremamente eficaz e importante, pois essa técnica pode auxiliar na redução de capturas acessórias de organismos vulneráveis, na conservação de diversos *habitats* e fornecer bases para implementação de reservas marinhas (Rooper e Zimmermann, 2007).

Souza e Moura (2005), em seu trabalho sobre as aplicações do Sonar de Varredura Lateral para planejamento ambiental dos recifes no Banco de Abrolhos, concluem que o side scan é uma das ferramentas geofísicas mais importantes e eficientes para o mapeamento de área recifais. Outros trabalhos, como os de Able et al. (1987), Durand et al. (2002), Cochrane e Lafferty (2002), Huff (2008), Klein et al. (2009), Lathrop et al. (2006), Prada et al. (2007), Riegl e Piller (2000), Rooper e Zimmermann (2007) e Ryan et al. (2007), obtém bons resultados, destacando a importância dos registros acústicos no mapeamento de *habitats*.

A integração do sonar com outras diferentes técnicas geofísicas de levantamento do fundo marinho, como a batimetria e os dados de vídeo, produz grande quantidade e boa qualidade de informações. A aplicação em conjunto desses métodos passa a ser uma ferramenta cada vez mais empregada para descrever satisfatoriamente os aspectos geológicos do fundo marinho e correlacioná-los com a localização de *habitats* (Greene et al., 1999; Intelmann e Cochrane, 2006; Hewitt et al., 2004).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de alcançar os objetivos definidos para esta pesquisa foram obtidos dados acústicos e batimétricos, bem como dados complementares na bibliografia base.

5.1 Aquisição de Dados

5.1.1 Registros Sonográficos

Os dados sonográficos foram adquiridos através de campanha anterior realizada em Abrolhos entre os dias 21 e 30 de março de 2007 pelo LABOGEO (Laboratório de Oceanografia Geológica) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em parceria com o Programa Marinho da Conservação Internacional do Brasil. Nessa campanha produziu-se registros através do Sonar de Varredura Lateral modelo EdgeTech 4100, na freqüência de 100 kHz e apresentando varredura de 450 metros, acoplado a um GPS.

Os dados do sonar (Figura 5.1.1) foram processados no software SonarWiz Map4 e mosaicos georreferenciados foram produzidos e exportados como imagens GeoTiff com uma resolução de 1.0 m/pixel. Através do programa ArcGis 9.2 as imagens foram tratadas, interpretadas e padrões sonográficos definidos. Dessa forma, foi possível reconhecer e mapear as distintas fáceis acústicas e as estruturas recifais presentes na região do Canal de Abrolhos, bem como definir domínios de fundo.

5.1.2 Registro Batimétrico

O registro batimétrico da área em estudo foi adquirido a partir de folha de bordo, em formato digital, através do Centro de Hidrografia da Marinha.

A folha de bordo (Figura 5.1.2) foi georreferenciada e digitalizada utilizando-se o programa computacional ArcGis 9.2. Dessa forma, foi possível a conversão dos dados contidos na folha de bordo em informação batimétrica.

Utilizando o mesmo software, um mapa digital do terreno (mapa de elevação) foi confeccionado a fim de se obter uma imagem topográfica do fundo bem

definida. Características batimétricas, como declividade e rugosidade do fundo, foram usadas para definir qualitativamente a topografia plana ou irregular da área de estudo permitindo sua interpretação e a correlação com os dados sonográficos.

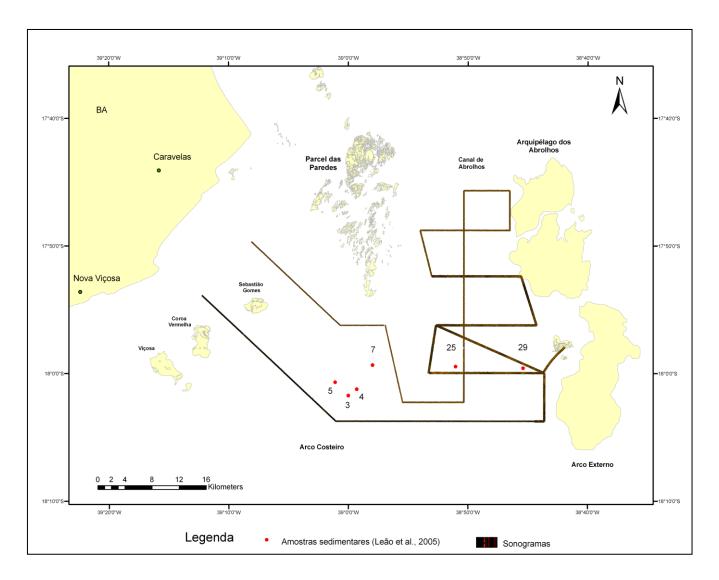


Figura 5.1.1 - Localização das linhas sonográficas e dos dados sedimentares adotados na área de estudo.

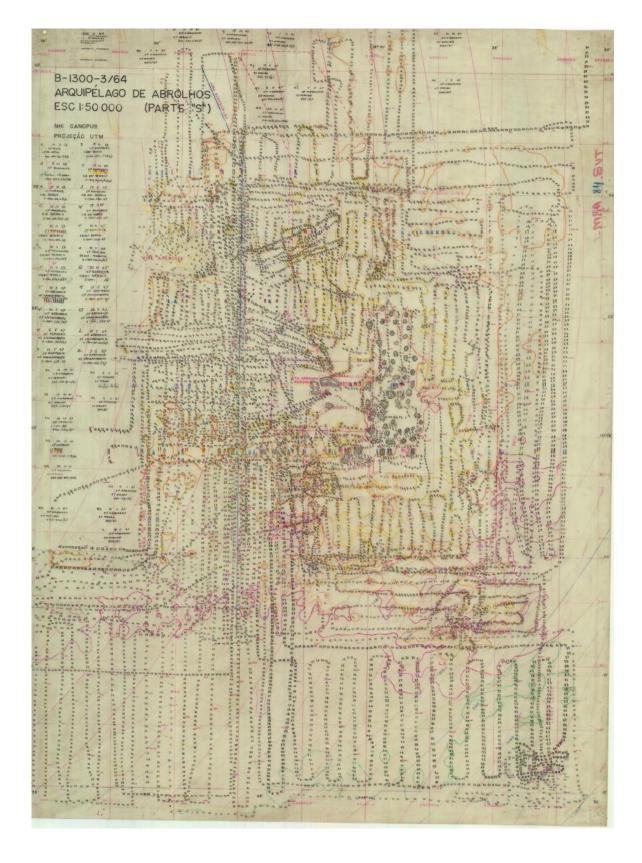


Figura 5.1.2 – Folha de bordo utilizada para aquisição das informações batimétricas. Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha.

5.1.4 Dados de Sedimento de Fundo

Dados de sedimento (Figura 5.1.1) disponíveis na bibliografia sobre a região estudada foram adquiridos a fim de se realizar uma parametrização e comparação com os resultados encontrados nos sonogramas. Dados sobre a distribuição sedimentar da região Abrolhos foram considerados dos trabalhos de Leão e Ginsburg (1997) e Leão et al. (2005) (Figura 5.1.3 e Figura 5.1.4).

No programa computacional ArcGis 9.2 foi confeccionado um mapa acústico dos tipos de fundo encontrados, tendo em vista os padrões sonográficos, a morfologia, as imagens de ROV e os dados sedimentares considerados.

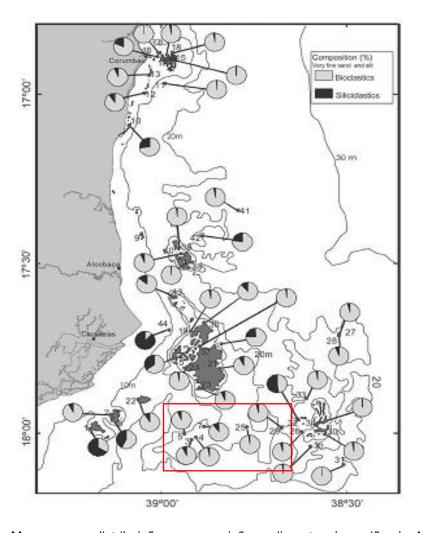


Figura 5.1.3 - Mapa com a distribuição e composição sedimentar da região de Abrolhos ao redor dos recifes Leão et al. (2005). As amostras 3, 4, 5, 7, 25 e 29, destacadas na área em vermelho, representam as amostras adotadas dentro da região de estudo (modificado de Leão et al., 2005).

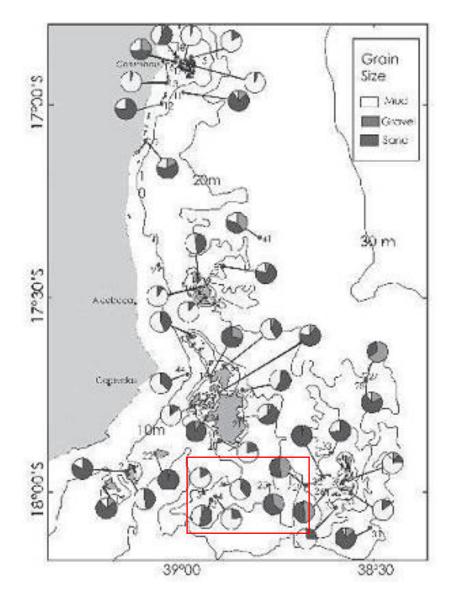


Figura 5.1.4 - Mapa da distribuição textural dos sedimentos ao redor dos recifes em Abrolhos. As amostras 3, 4, 5, 7, 25 e 29, destacadas na área em vermelho, representam as amostras adotadas dentro da região de estudo (modificado de Leão et al, 2005).

A partir das características geológicas do leito marinho, evidenciadas pelo mapa acústico, pelos domínios e os dados sedimentares, foram definidos possíveis *habitats* marinhos para a região de estudo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Padrões de Imageamento do Fundo Marinho

Através da análise dos sonogramas foram identificados seis padrões sonográficos na região de estudo. Essa classificação foi realizada a partir da interpretação das fáceis acústicas e da morfologia. A partir da definição dos padrões foi possível definir os tipos de substrato que dominam o fundo do Canal de Abrolhos e o seu entorno (Tabela 6.1), que basicamente encontramse em dois grupos distintos: o domínio recifal e o domínio inconsolidado.

O domínio recifal, é assim definido pela presença das estruturas recifais e por estas representarem um substrato rígido. Além disso, essas regiões coralinas apresentam relevo considerável e alta complexidade, representando verdadeiros domínios geológicos e biológicos. O domínio recifal, identificado na área de estudo, foi composto pelos padrões sonográficos de Alta Intensidade de Retorno do Sinal com Estruturas Recifais Agrupadas e Isoladas e os padrões de Baixa Intensidade de Retorno do Sinal com Estruturas Recifais Agrupadas e Isoladas, ou seja, os padrões P1, P2, P3 e P4, respectivamente (Tabela 6.1).

Esse domínio foi formado por padrões que apresentaram somente estruturas recifais e, também, por regiões em que as áreas recifais estendiam-se praticamente sobre todo leito marinho. Nessas áreas o mapeamento individual das estruturas coralinas foi dificultado devido à grande concentração dos recifes em extensas regiões do fundo e, ainda, devido à atenuação lateral do sinal acústico nos registros sonográficos.

O domínio inconsolidado foi definido segundo a presença do substrato sedimentar. Esse domínio é formado por regiões onde existe variação na composição e tamanho do sedimento e onde ocorre o desenvolvimento de toda a estrutura espacial e heterogeneidade dos *habitats* recifais. Dessa forma, os padrões sonográficos que constituíram esse domínio foram os padrões Heterogêneo de Alta Intensidade de Retorno do Sinal e Homogêneo de Baixa Intensidade de Retorno do Sinal, ou seja, P5 e P6, respectivamente (Tabela 6.1).

Tabela 6.1 - Classificação dos padrões sonográficos.

Domínio	Padrão	Descrição	Exemplos
Recifal	P1	Padrão de Alta Intensidade de Retorno do Sinal com Estruturas Recifais Agrupadas.	Character and the second of th
	P2	Padrão de Alta Intensidade de Retorno do Sinal com Estruturas Recifais Isoladas.	
	P3	Padrão de Baixa Intensidade de Retorno do Sinal com Estruturas Recifais Agrupadas.	
	P4	Padrão de Baixa Intensidade de Retorno do Sinal com Estruturas Recifais Isoladas.	
Inconsolidado	P5	Padrão Heterogêneo de Alta Intensidade do Retorno do Sinal.	
	P6	Padrão Homogêneo de Baixa Intensidade de Retorno do Sinal.	

6.1.1 Canal de Abrolhos

Os padrões sonográficos de alta intensidade do retorno do sinal, P1, P2 e P5, foram os padrões mais freqüentes identificados no Canal de Abrolhos (Figura 6.1.1), coincidindo com a região de maior concentração do domínio recifal (Figura 6.1.2).

Esses padrões, classificados como padrões de alta intensidade de retorno do sinal, possivelmente, estão associados a sedimentos cascalhosos e areias médias e grossas de composição carbonática. Nos dados sedimentares adotados, Leão et al. (2005) observa o mesmo padrão nas amostras 25 e 29, localizadas na região inferior do Canal (Figura 6.1.1).

Leão et al. (2005) verificou a presença de mais de 50% de areia e mais de 30% de fração grossa na amostra 25 e, na amostra 29, o cascalho representou quase 50%. Em relação à composição, aproximadamente 100% do sedimento foi de origem biogênica, sendo que fragmentos de algas coralinas foram os constituintes mais freqüentes, representando mais de 30%. Estudos de Melo et al. (1975), também identificaram que o cascalho biogênico é o principal componente ao redor dos recifes e das Ilhas de Abrolhos e que esses sedimentos encontram-se sobre uma plataforma carbonática moderna

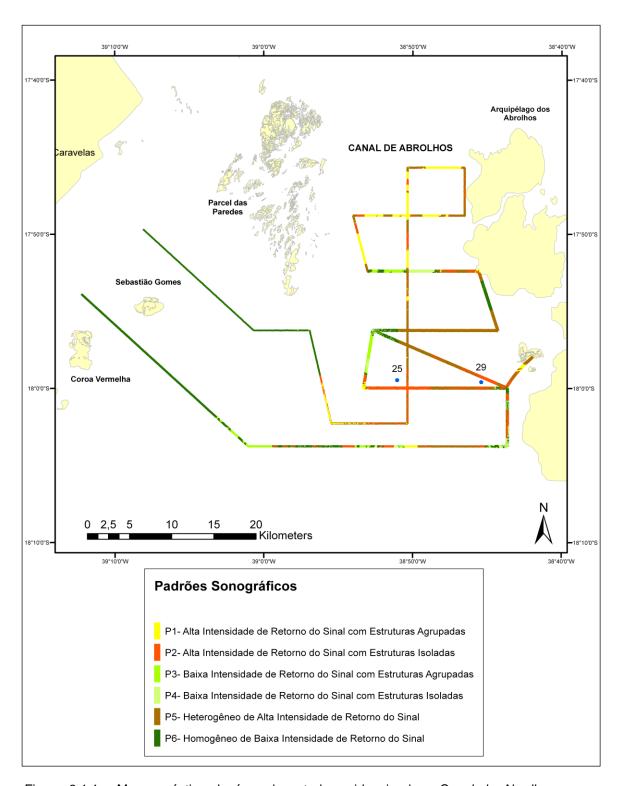


Figura 6.1.1 - Mapa acústico da área de estudo, evidenciando o Canal de Abrolhos e as amostras de sedimentos no seu interior analisadas por Leão e Ginsburg (1997).

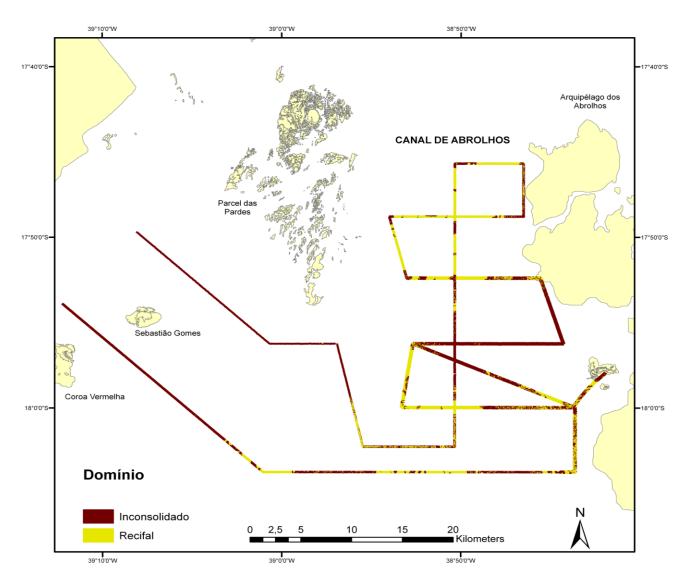


Figura 6.1.2 - Distribuição dos domínios de fundo identificados no Canal de Abrolhos.

A maior concentração de sedimentos biogênicos observados, relacionados granulometria grossa e, dessa forma aos padrões de alta reflexão está associada ao substrato de domínio recifal que se situa o Canal. Os recifes coralinos localizados no interior e ao redor do Canal de Abrolhos, provavelmente, devem representar verdadeiras fontes de material sedimentar para o leito marinho. Devido à constante erosão sofrida por essas estruturas, proporcionada pela hidrodinâmica local e pelos próprios organismos que ali vivem, materiais bioclásticos possivelmente são disponibilizados para o fundo. Outro fator provável seria a localização do Canal.

Estudos mostram que nessa região existe efetiva troca sedimentar entre os arcos costeiro e externo. Leipe et al. (1999), observou a composição mineral do material particulado em suspensão nas águas do Canal de Abrolhos. O

conteúdo sedimentar encontrado foi o tipo de material em suspensão de recifes de coral, caracterizadas por calcitas biogênicas jovens, conchas de aragonita e partículas biogênicas de opala, principalmente de esqueletos em forma de agulha de diatomáceas, esponjas e outros organismos produtores de silicato e carbonato. O mesmo autor ainda observa traços de minerais terrígenos, o que permite inferir a baixa influência continental no local.

Assim, as partículas de carbonato e outros materiais biodetríticos de coral encontrados nas águas do Canal de Abrolhos, devem ser disponibilizados a partir do substrato recifal existente nessa região e também, da influência carbonática oriunda dos recifes dos Arcos Costeiro e Externo. Segundo Leipe et al. (1999) a exportação de material recifal para o Canal é realizada pela corrente do Brasil.

Com isso, a areia e/ou cascalho biogênicos predominantes no fundo do Canal de Abrolhos deve, provavelmente, receber maior influência dos recifes do Arco Externo, visto que, nessa região a morfologia recifal dominante são os pináculos coralinos, local onde a água pode circular mais livremente.

Os bancos recifais localizados no Arco Costeiro, por serem muito concentrados na região e possuírem orientação aproximadamente paralela à costa, funcionam como uma barreira hidrodinâmica, bloqueando fluxos de água e, como uma barreira geomorfológica, trapeando sedimentos e impedindo o transporte do material a *offshore* (Figura 6.1.3) (Dutra, 2003; Leipe et al., 1999).

Dessa forma, conforme observado por Leipe et al. (1999), sedimentos terrígenos em suspensão não influenciam os recifes do Arco Externo por serem diluídos efetivamente pela Corrente do Brasil e, provavelmente também não devem influenciar os sedimentos do Canal de Abrolhos.

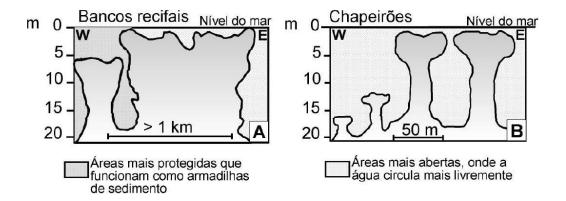


Figura 6.1.3 - Banco recifais do arco costeiro bloqueando fluxos de água e sedimento, atuando como barreiras protetoras à sobrevivência dos recifes de coral (Dutra, 2003).

Os padrões de baixa intensidade de retorno do sinal, P3, P4 e P6, também foram observados na região do Canal de Abrolhos, apresentando faixas expressivas (Figura 6.1.1). Esse padrão relaciona-se a um sedimento mais fino associado ao domínio recifal que se encontram (Figura 6.1.2). Esses sedimentos são compostos essencialmente por partículas carbonáticas finas e possuem origem detrítica, ou seja, formam-se a partir da fragmentação de estruturas da fauna (esqueletos, conchas e carapaças) e da flora coralina (algas calcárias), como também da bioerosão dos recifes por organismos raspadores (Leão, 1999; Leão e Ginsburg, 1997; Leão et al, 2005). Logo, devido à grande fragilidade desses elementos, transformaram-se em partículas menores, formando uma lama biogênica. Conforme Melo et al. (1975), aproximadamente até 50 km da costa, a maior parte da lama encontrada recebe influência continental, sendo portanto de origem terrígena. A partir daí, em direção a *offshore*, a maioria desse sedimento fino é carbonático.

6.1.2 Arco Costeiro

A região antecedente ao Canal de Abrolhos, denominado por Leão (1999) de arco costeiro, é onde se concentra a maior parte do domínio inconsolidado (Figura 6.1.4). Nesse domínio o padrão homogêneo de baixa intensidade de retorno do sinal foi o padrão de maior representatividade (Figura 6.1.5). Esse padrão pode estar associado a depósitos lamosos, e a origem desses

sedimentos está relacionada com a duas fontes sedimentares: a bioclástica e a siliciclástica. Segundo Leão et al. (2005), a distinção entre sedimento siliciclástico e bioclástico é importante para identificar a origem do material e os processos continentais ou *in situ* envolvidos.

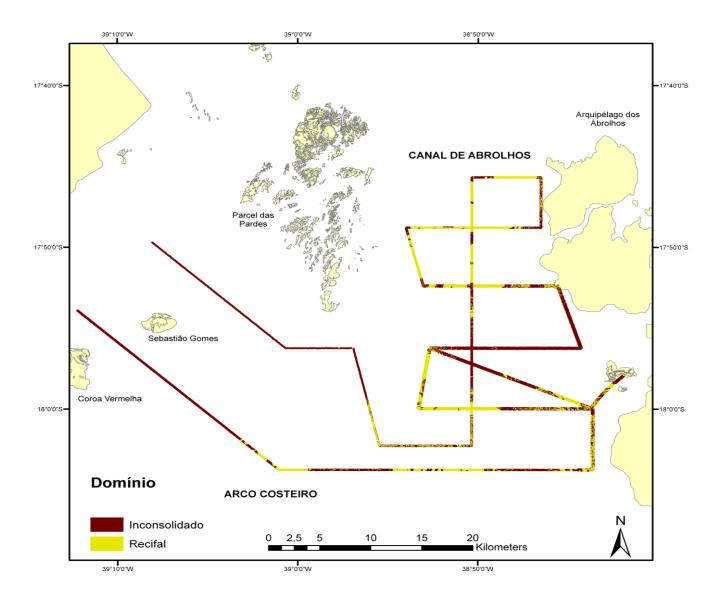


Figura 6.1.4 - Distribuição dos domínios de fundo identificados no Canal de Abrolhos e na região do entorno, representado pelo Arco Costeiro.

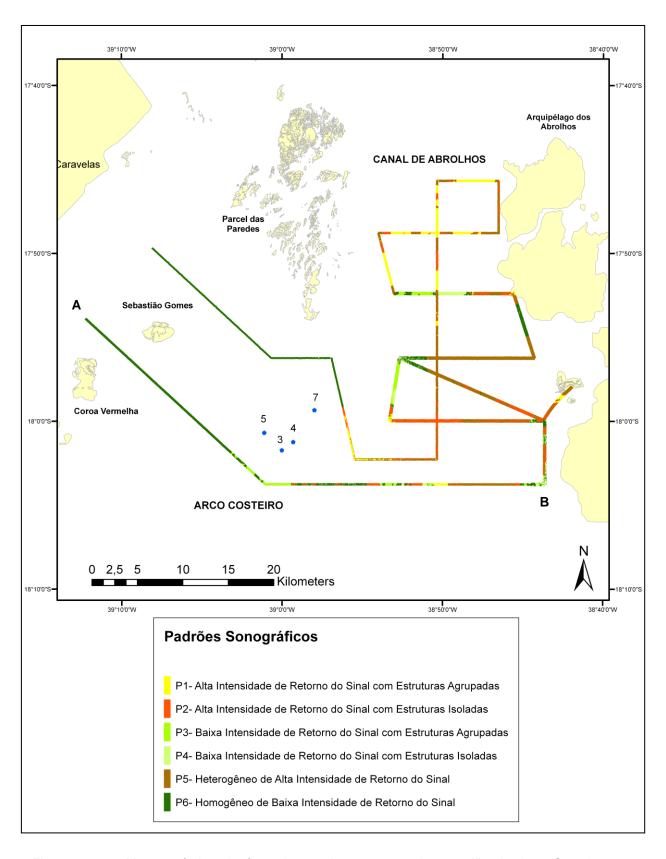


Figura 6.1.5 - Mapa acústico da área de estudo apresentando a região do Arco Costeiro e as amostras de sedimentos 3, 4, 5 e 7 analisadas por Leão e Ginsburg (1997).

As amostras adotadas de Leão et al. (2005), amostras 3, 4, 5 e 7, (Figura 6.1.5) mostraram que, no geral, mais de 50% desses sedimentos possuem conteúdo lamoso, e sua composição é basicamente bioclástica. Leão e Ginsburg (1997) observaram também a existência de sedimento siliciclásticos na região, sendo que 40 a 70% desse material estão presentes na zona adjacente a linha de costa e menos de 10% presentes na região dos recifes do arco costeiro e externo (Figura 6.1.6).

Dessa forma, a concentração dos sedimentos finos siliciclásticos, provavelmente, é maior na região dos recifes próximos a zona costeira e muito menor na região dos recifes do Canal de Abrolhos e do arco externo. Com o distanciamento da linha de costa a concentração dos sedimentos carbonáticos, passa a ser maior, sendo dominante ao redor de praticamente todos os recifes. Este padrão também foi observado por Leão e Ginsburg (1997) através do transecto CC' (Figura 6.1.6), que possui localização similar ao transecto AB (Figura 6.1.5).

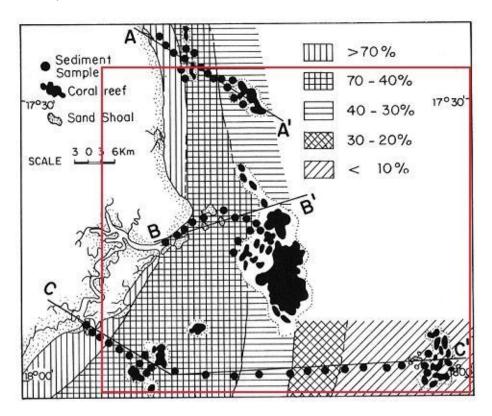


Figura 6.1.6 - Porcentagem de sedimentos siliciclásticos observados e os transectos (AA', BB' e CC') ao longo da região de Abrolhos estudados por Leão e Ginsburg (1997).

A composição desses sedimentos siliciclásticos, conforme Leão e Ginsburg (1997) são de areias quartzozas, mica, pouco feldspato e argilominerais, como caolinita e ilita, sendo estes os componentes mais freqüentes nas fáceis sedimentares terrígenas ao redor dos recifes costeiros. A mica e os argilominerais (que compõem o sedimento lamoso) depositam em regiões com maiores profundidades, apresentando um teor até de 60% no lado sotavento dos recifes. Durante períodos energéticos, como fortes tempestades, esse material é ressuspendido, provocando a turbidez das águas. O feldspato e a mica são indicadores de input de material erodido do embasamento. Esses sedimentos possuem duas principais fontes: retrabalhamento do sedimento oriundo da erosão do Grupo Barreiras, presente em toda região costeira e também como carga fluvial, transportados por correntes longitudinais alcançando a área recifal (Leão, 1999; Leão e Ginsburg, 1997; Leão et al., 2005).

Os padrões de baixa intensidade de retorno do sinal observados tanto no Canal de Abrolhos quanto no Arco Costeiro, estão relacionados certamente a depósitos de lama. Contudo a diferença na composição entre esses depósitos é, provavelmente, em função do tamanho do material oriundo da fonte e da proximidade em que estes se encontram da fonte, refletindo a relativa abundância das partículas de argila terrígenas a *nearshore* e dos detritos biogênicos do tamanho de silte a *offshore*, evidenciando assim a coexistência de ambas fontes sedimentares na região de Abrolhos (Melo et al., 1975).

6.2 Batimetria

O mapa batimétrico da área foi obtido através de um modelo digital de elevação do terreno (Figura 6.2.1).

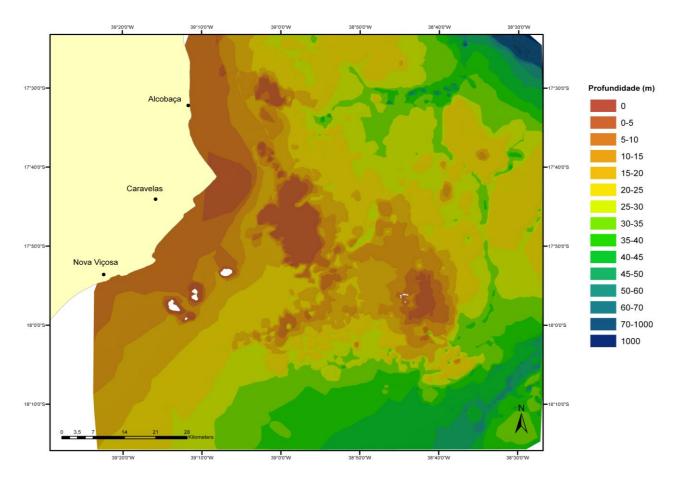


Figura 6.2.1 - Mapa de elevação do terreno representando a batimetria da área de estudo.

Das informações contidas no mapa de padrões sonográficos juntamente com as informações do mapa de elevação do terreno foi possível identificar 2 áreas batimétricas distintas: uma área de fundo regular e outra região de fundo irregular.

O fundo regular foi caracterizado como um fundo plano, com poucas irregularidades, livre de estruturas e feições, como recifes e canais. O fundo irregular foi caracterizado como sendo um fundo de topografia acidentada e morfologia marcante. Ambos os fundos foram identificados quanto a sua ocorrência.

O fundo regular distribuiu-se em toda a região de estudo, com maior concentração na região do Arco Costeiro (Figura 6.2.2). Esse fundo foi constituído de superfícies relativamente planas, exceto nas regiões próximas aos recifes de Nova Viçosa, Coroa Vermelha e Sebastião, compreendendo uma região, aproximadamente, entre 10 a 20m de profundidade. As formas recifais não foram significantes nessa região. Apenas algumas estruturas foram observadas na passagem entre o Arco Costeiro e o Canal de Abrolhos, sendo os bancos recifais a morfologia dominante, como também observado por Leão (1999).

O fundo irregular apresentou variações evidentes, sobretudo na região do Canal de Abrolhos (Figura 6.2.2). O gradiente irregular, verificado nessa região, está relacionado aos pináculos e bancos recifais de alturas e tamanhos variados. Este fundo encontra-se sob águas rasas, com até 30 m de profundidade e altamente concentrados no Canal de Abrolhos.

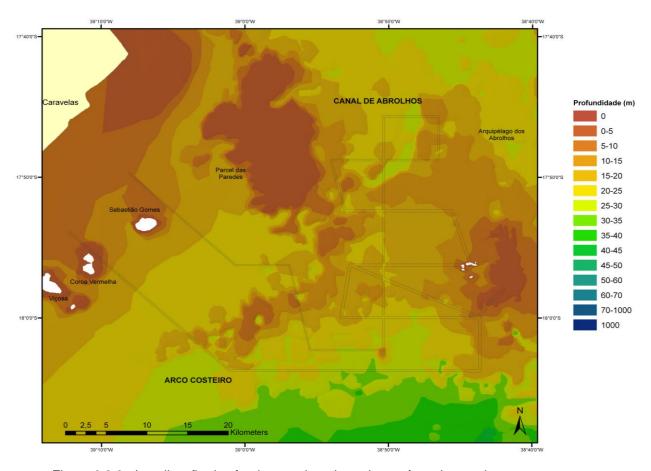


Figura 6.2.2 - Localização dos fundos regular e irregular na área de estudo.

Diferentemente dos arcos costeiro e externo que apresentam morfologia recifal bem definida, segundo o modelo de Leão (1999), não foi possível identificar a predominância de uma ou outra forma recifal característica no Canal de Abrolhos.

Na parte superior do Canal, as estruturas recifais são representadas por inúmeros chapeirões coalescentes e bancos recifais de dimensões variáveis (Figura 6.2.3). Essa distribuição também pode ser observada na Figura 6.1.1, cujo padrão P1 (com estruturas agrupadas) foi o padrão mais encontrado. Os recifes nesta localidade estão situados, no geral, entre 10 a 15m de profundidade, localizados principalmente nas adjacências do Parcel das Paredes. Na porção mais central, ainda na parte superior do Canal, a maioria dos bancos recifais localiza-se entre 15 a 20 m de profundidade, existindo algumas poucas estruturas localizadas a 25 m.

Na região inferior do Canal de Abrolhos, os recifes são constituídos por pináculos coralinos ou "chapeirões" e representam a morfologia recifal mais dominante nessa área (Figura 6.2.3). No padrão sonográfico P2, caracterizado pela presença de estruturas isoladas, também pode ser observado essa distribuição (Figura 6.1.1). Tais estruturas coralinas encontram-se repetidas consecutivamente, apresentando pouco espaçamento entre elas. Essa é a forma coralina mais típica de toda região de Abrolhos e pode ser encontrada apresentando várias formas e tamanhos. Os chapeirões estão concentrados sobretudo próximo ao Arquipélago de Abrolhos onde situam-se entre 5 a 15m de profundidade e na região inferior mais central do Canal, onde a maioria localiza-se em uma profundidade entre 15 a 20m.

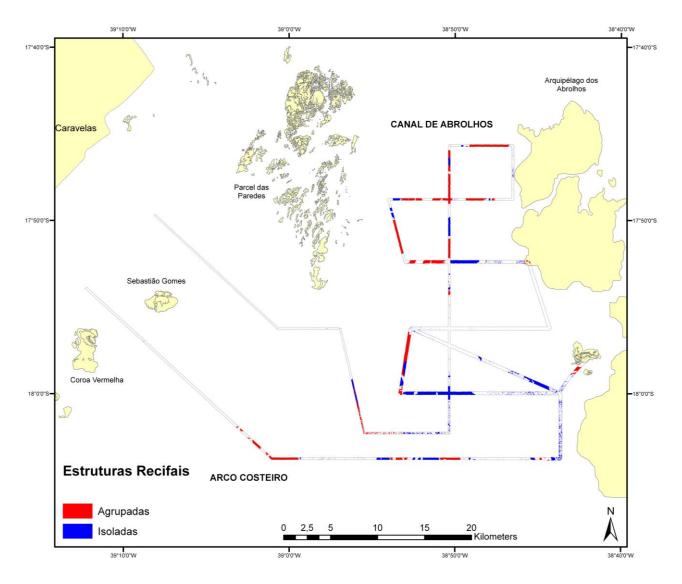


Figura 6.2.3 - Distribuição e localização das estruturas recifais isoladas e agrupadas na área de estudo.

Apesar de não existir uma forma recifal predominante no Canal de Abrolhos a distribuição desses recifes se aproxima da distribuição das estruturas recifais nos Arcos descritos por Leão (1999). Os bancos recifais dominantes no Arco Costeiro, segundo esse autor, também estão concentrados no interior do Canal, próximos ao Parcel das Paredes, que se insere no Arco Costeiro. Já os pináculos coralinos podem ser encontrados do outro lado do Canal, nas promixidades do Arquipélago e do Parcel dos Abrolhos, inserido no Arco Externo, e, que segundo a mesma autora, tal morfologia recifal predominaria nesta região. Assim, a existência de ambos os tipos de estruturas recifais, observadas no interior do Canal de Abrolhos, pode ser associada a sua

localização, em uma região transicional entre duas áreas morfologicamente diferentes a nível recifal. Da mesma forma, a variedade de fáceis acústicas encontradas no Canal também pode ser assim justificada, como já observado por outro autores (Leipe et al.,1999; Leão e Ginsburg, 1997). O Canal de Abrolhos encontra-se em uma região de passagem que recebe influência direta tanto sedimentar como recifal dos Arcos Costeiro e Externo.

6.3 Mapeamento dos *Habitats* Potenciais

O mapa de fáceis acústicas permitiu uma definição sobre a distribuição do sedimento e das estruturas recifais sobre o Canal de Abrolhos e o Arco Costeiro. Desta forma, a partir da descrição do substrato por meio da identificação dos domínios e das características do leito marinho foi possível inferir os tipos de *habitats* potenciais na área de estudo.

Como os *habitats* podem ser definidos em múltiplas escalas espaciais, é essencial que as unidades mapeadas sejam identificadas e classisficadas dentro de um quadro hierárquico baseado nas características geomorfológicas e biológicas (Halley e Jordan, 2007). A classificação de *habitats* adotada neste estudo seguiu, de forma simplificada, as idéias propostas por Greene et al. (1999), Madden e Grossman (2007) e McLeod et al. (2007) e pode ser observada na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 - *Habitat*s geológicos e biológicos em um sistema de classificação hierárquico utilizado para descrever os *habitats* potenciais da área de estudo.

Nível hierárquico	Primário (Substrato)	Secundário (<i>Habitat</i> s potenciais)
Geológico	Sedimento Inconsolidado	Fino (lama)
		Grosso (areia média a grossa e/ou cascalho)
Biológico	Recifes	Pináculos coralinos ("chapeirões")
		Bancos recifais

Os habitats dividiram-se em habitats geológicos e habitats biológicos. Os habitats geológicos incluíram todo o sedimento fino identificado no fundo, caracterizando os depósitos lamosos, e incluíram os sedimentos grossos, caracterizados pelas areias médias a grossas e/ou cascalhos biogênicos. Os habitats biológicos foram definidos a partir da morfologia recifal, sendo divididos em pináculos coralinos ou chapeirões de vários tamanhos e em bancos recifais, que incluíram além de bancos de diversas proporções, estruturas que apresentaram agrupamento.

Como a definição dos *habitats* seguiu as características do leito marinho, auxiliada pela classificação dos domínios e o mapa acústico, um padrão similar foi observado na distribuição desses *habitats*. Como já observado, pináculos coralinos e bancos recifais distribuíram-se, em sua maior parte, no Canal de Abrolhos, onde também houve maior concentração do sedimento inconsolidado grosso. Já o sedimento inconsolidado fino foi predominante no Arco Costeiro (Figura 6.3.1).

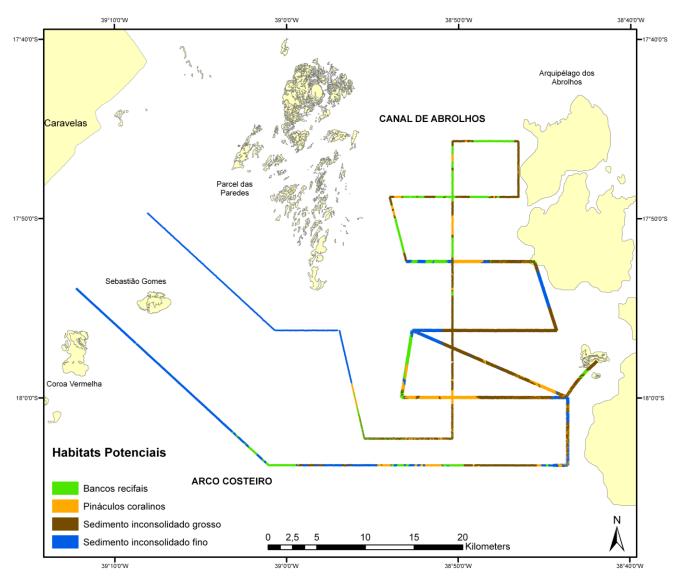


Figura 6.3.1 - Classificação e distribuição dos habitats marinhos potenciais identificados na área de estudo.

A identificação dos potenciais *habitats* na região de estudo auxiliou para a inserção de algumas informações sobre o ambiente físico. Por exemplo, os *habitats* de sedimento inconsolidado grosso, sugeridos no Canal de Abrolhos, podem indicar que este é um ambiente de alta energia, onde o material particulado fica em suspensão na coluna d'água e as cargas de sedimento fino no fundo são baixas, ou onde organismos bentônicos atuam para incorporar completamente depósitos de siltes e argilas. Conforme observado por Leão e Ginsburg (1997), organismos que vivem nos recifes de Abrolhos, como as algas coralíneas, atuam preenchendo os espaços vazios dos corais e

consolidando remanescentes de organismos mortos juntamente com sedimentos finos principalmente, fornecendo resistência estrutural aos recifes.

As características irregulares da batimetria na região do Canal, proporcionada pela morfologia recifal, também influencia os processos hidrodinâmicos. Segundo Beaman e Harris (2007), a complexidade da superfície do fundo marinho interfere no padrão de correntes aumentando a turbulência das águas e melhorando a captura de partículas por organismos bênticos suspensívoros.

Outro aspecto relacionado à distribuição dos *habitats* na região é a presença de diferentes tipos de sedimentos, representando um fator condicionante básico para a distribuição das estruturas recifais na área, bem como para a grande maioria dos *habitats* bentônicos marinhos. Algumas características dos sedimentos como tamanho das partículas, teor de matéria orgânica e mobilidade das partículas por processos hidrodinâmicos influenciam as comunidades bentônicas e a relação com o tamanho e tipo de organismos que vivem no substrato (Hutchings, 1998).

Enquanto os organismos que sobrevivem sobre o substrato recifal rígido localizam-se na zona fótica e dependem da própria estrutura coralina e de partículas suspensas na coluna d'água para sobreviverem, sob o sedimento inconsolidado deve ocorrer espécies dependentes de detritos que alcançam o sedimento. Dessa forma, os diferentes substratos são um fator importante no controle da distribuição de comunidades biológicas e seus *habitats*, tornandose um ambiente crítico para a sobrevivência e proliferação de comunidades marinhas (Beaman e Harris, 2007).

Assim, as características fisiográficas e litológicas, que incluem a geologia, o sedimento e a morfologia do fundo marinho, são muito influentes na distribuição de uma série de espécies e comunidades biológicas. Tais características têm sido reconhecidas e incluídas nos sistemas de classificação de *habitats* em vários países e são, no geral, mais facilmente mapeadas que características biológicas, especialmente devido ao uso cada vez mais difundido de técnicas geofísicas (Philpott et al.,2007).

O mapeamento de *habitats* do fundo marinho é a uma ferramenta necessária para o gerenciamento científico de comunidades pesqueiras e ainda, fundamentais para o monitoramento de mudanças ambientais e para a avaliação de impactos antropogênicos nos organismos bênticos. (Kostylev et al., 2001).

O branqueamento de corais, que amplamente vem atingindo os *habitats* recifais de todo o oceano, é um exemplo de distúrbio que pode ser desencadeado pelo homem. Esse fenômeno é ocasionado pelas variações das condições ambientais locais e pode ser iniciados por distúrbios naturais. Porém os influência antrópica, como derramamentos de produtos químicos, o assoreamento de um recife ou até mesmo o aquecimento global, que acarreta no aumento de temperatura, podem ser considerados também grandes responsáveis. Tais imapctos podem ocasionar a morte do recife através da dissociação entre as algas e os corais. Assim, o coral perde sua cor, exibindo o seu esqueleto branco, originalmente calcário (Leão et al²., 2008). A exploração dos recifes para fins turísticos, comerciais e econômicos é outro agravante que necessita de controle e fiscalização.

Os recifes de corais são os ecossistemas mais sensíveis do ambiente marinho, portanto, excelentes indicadores de mudanças das condições ambientais. Por serem considerados também um dos ecossitesmas mais produtivos torna-se essencial sua proteção. A criação de áreas de preservação e conservação vem se tornando uma solução adotada por diversas entidades governamentais e não-governamentais. O mapeamento de *habitats* a partir da interpretação das características geológicas superficiais do fundo marinho é uma técnica viável, que vem trazendo bons resultados para o meio científico, e cada vez mais aplicados e difundidos no monitoramento de *habitats* e suas comunidades relacionadas.

7. CONCLUSÃO

No interior do Canal de Abrolhos, o predomínio de ambos os tipos de estruturas, como bancos e pináculos coralinos, revelou um fundo com dominância recifal. A variedade de fáceis acústicas encontradas reflete a influência direta do Arco Costeiro e Arco Externo, sendo este fato também considerado para explicar a distribuição dos recifes nessa região. As areias médias e grossas e cascalhos biogênicos observados podem indicar que a região do Canal é um ambiente de alta energia, provavelmente, devido a Corrente do Brasil.

No entorno do Canal, na região do Arco Costeiro, o predomínio de sedimento fino, mostrou um fundo inconsolidado dominante. A lama que provavelmente situa-se nessa região deve ser em sua maior parte de origem biogênica, devido à influência dos recifes ao redor. Uma menor porção desse depósito, localizado mais próxima da costa, deve ter composição siliciclástica, visto que as regiões mais costeiras são dominadas pelo aporte continental. Nas áreas estudadas do Arco Costeiro houve concentração mínima de estruturas recifais, sendo estas na forma de bancos. O padrão sedimentar e recifal encontrado foram condizentes com a distribuição observada por outros autores.

Este trabalho mostrou que a utilização dos dados acústicos é um efetivo método para compreender as estruturas de leito marinho e identificar as características geológicas que são influentes na distribuição das comunidades biológicas marinhas. Dessa forma o mapeamento acústico torna-se uma ferramenta necessária e eficaz para a definição, avaliação e gerenciamento de *habitats* importantes, como são os *habitats* da região de Abrolhos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLE KW, TWICHELL DC, GRIMES CB e JONES RS. 1987. Side scan sonar as a tool for detection of demersal fish habitat. Fishery Bulletin. Vol 85. No 4.

AYRES NETO A. 2000. Uso da sísmica de reflexão de alta resolução e da sonografia na exploração mineral submarina. Revista Brasileira de Geofísica. Vol. 18(3). p 241.

AYRES NETO A e BAPTISTA NETO JA. 2004. Métodos Diretos e Indiretos de Investigação do Fundo Oceânico. In: Baptista Neto, J. A.; Ponzi, V. R. A.; Sichel, S. E. Introdução à Geologia Marinha. 2004, Rio de Janeiro. Interciência. p.127-151.

BEAMAN RJ e HARRIS PT. 2007. Geophysical variables as predictors of megabenthos assemblages from the northern Great Barrier Reef, Australia. In: Tood, B.J. e Greene, H.G. Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada Special Paper 47. 2008. p. 247-263.

BITTENCOURT ACSP, DOMINGUEZ JML, MARTIN L e SILVA IR. 2000. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. An. Acad. Bras. Ci., (2000) 72 (2). p. 271 -287.

BRONW CJ e BLONDEL P. 2009. Developments in the application of multibeam sonar backscatter for seafloor habitat mapping. Applied Acoustics 70, Elsevier. p 1242–1247.

CASTRO CB. 1997. Desenvolvimento de um Plano de Ação para A Conservação dos Recursos Marinhos do Complexo de Abrolhos. A s p e c t os

Am b i e n t a i s. Projeto Abrolhos. Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

COCHRANE GR e LAFFERTY KD. 2002. Use of acoustic classification of sidescan sonar data for mapping benthic habitat in the Northern Channel Islands, California. Continental Shelf Research. Vol 22. p. 683–690.

DURAND S, LE BEL M, JUNIPER SK e LEGENDRE P. 2002. The use of video surveys, a Geographic Information System and sonar backscatter data to study faunal community dynamics at Juan de Fuca Ridge hydrothermal vents. Cah. Biol. Mar. Vol 43. p. 235-240.

DUTRA LXC. 2003. Os efeitos do aporte de sedimento na vitalidade dos recifes de corais de Abrolhos, Bahia. Dissertação (Mestrado em Ciência Geologia). Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, Bahia.

DUTRA LXC, KIKUCHI RKP e LEÃO ZMAN. 2006. Effects of Sediment Accumulation on Reef Corals from Abrolhos, Bahia, Brazil. Journal of Coastal Research, Special Issue 39. Itajaí, Santa Catarina, Brazil. p 633 – 638.

FERNS LW e HOUGH D. 2002. High Resolution Marine Habitat Mapping of the Bunurong Coast (Victoria) – Including the Bunurong Marine and Coastal Park. Parks, Flora and Fauna Division, Department of Natural Resources and Environment, East Melbourne, Australia.

FISH JP e CARR AH. 1990. Sound underwater images: a guide to the generation and interpretation of side-scan sonar data. American Underwater Search and Surveys Ltda, Lower Cape. Publishing Orleans, MA. p 189.

GREENE HG, YOKLAVICH MM, STARR RM, O'CONNELL VM, WAKEFIELD WW, SULLIVAN DE, McREA Jr. JE e CAILLIET GM. 1999. A classification scheme for deep) seafloor habitats. Oceanologica Acta. Vol 22. No 6. p 663.

HALLEY V e JORDAN A. 2007. Addressing spatial uncertainty in mapping southern Australian coastal seabed habitats. In: Tood, B.J. e Greene, H.G. Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada Special Paper 47. 2008. p. 157-170.

HEWITT JE, THRUSH SF, LEGENDRE P, FUNNELL GA, ELLIS J e MORISSON M. 2004. Mapping of marine soft-sediment communities: integrated sampling for ecological interpretation. Ecological Applications, 14(4). p. 1203–1216.

HUFF LC. 2008. Acoustic Remote Sensing as a Tool for Habitat Mapping in Alaska Waters. In: J.R. Reynolds and H.G. Greene. Marine Habitat Mapping Technology for Alaska. Alaska Sea Grant College Program. University of Alaska Fairbanks. p. 29.

HUTCHINGS P. 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. Biodiversity and Conservation 7. 1998. p. 1133-1145.

INTELMANN SS e COCHRANE GR. 2006. Benthic Habitat Mapping in the Olympic Coast National Marine Sanctuary: Classification of side scan sonar data from survey HMPR-108-2002-01: Version I. Marine Sanctuaries Conservation Series MSD-06-01. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of National Marine Sanctuaries, Silver Spring, MD.

KENDALL MS, JENSEN OP, ALEXANDER C, FIELD D, MCFALL G, BOHNE REED e MONACO ME. 2005. 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. Flórida. Vol. 21. No. 6. p 1154–1165.

KENNY AJ, CATO I, DESPREZ M, FADER G, SCHU"TTENHELM RTE E SIDE J. 2003. An overview of seabed-mapping technologies in the context of marine habitat classification. ICES Journal of Marine Science, 60. p 411–418.

KLEIN DA, BASTOS AC, DUTRA GF e MOURA RL. 2009. Side scan sonar mapping of seafloor depressions in the Abrolhos shelf, Brazil. 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Salvador, Brasil.

KOSTYLEV VE, TODD BJ, FADER GBJ, COURTNEY RC, CAMERON GDM e PICKRILL RA. 2001. Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. Marine Ecology Progress Series. vol 219. 2001. p. 121–137.

LATHROP RG, COLE M, SENYK N e BUTMAN B. 2006. Seafloor habitat mapping of the New York Bight incorporating sidescan sonar data. Estuarine, Coastal and Shelf Science 68, Elsevier. p 221e 230.

LEÃO ZMAN. 1996. The Coral Reefs of Bahia: Morphology, Distibution and major Environmental Impacts. An Acad. Bras. Ci., 68 (3). p. 439.

LEÃO ZMAN. 1999. O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. de A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born,

M. L. C. Sítios geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM. p 345-359.

LEÃO ZMAN. 2003. Primeiros resultados do monitoramento da ocorrência de branqueamento de corais na costa do estado da Bahia. Relatório Técnico III (3ª Parcela – ano 2003). Laboratório de Estudos Costeiros. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia.

LEÃO ZMAN, DUTRA LXC e SPANÓ S. 2005. The Characteristics of Bottom Sediments. In: Dutra, G.F.; Allen G.R.; Werner T.; McKenna S.A. A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. RAP Bulletin of Biological Assessment 38. Conservation International, Washington, EUA. p. 75 – 81.

LEÃO ZMAN e GINSBURG RN. 1997. Living reef surrounded by siliciclastics: The Abrolhos Coastal Reefs, Bahia, Brazil. Int Coral Reef Sym 2. p. 1767 – 1772.

LEÃO ZMAN, KIKUCHI RKP e TESTA V. 2003. Coral and coral reefs of Brazil. Latin American Coral Reefs. Elsevier Science. p 9 – 52.

¹LEÃO ZMAN, KIKUCHI RKP e OLIVEIRA MDM. 2008. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. Biota Neotrópica, vol 8, n 3. p. 69-82.

²LEÃO ZMAN, OLIVEIRA MDM e KIKUCHI RKP. 2008. Os recifes de coral da APA da Ponta da Baleia, Bahia. OLAM Ciência & Tecnologia. Rio Claro, São Paulo, Brasil. Ano VIII. Vol. 8. No.1. p 287.

LEIPE T, KNOPPERS B, MARONE E e CAMARGO R. 1999. Suspended matter transport in coral reef waters of the Abrolhos Bank, Brazil. Geo-Marine Letters 19. p 186 – 195.

MADDEN CJ e GROSSMAN DH. 2007. A framework for a coastal/marine ecological classification standard (CMECS). In: Tood, B.J. e Greene, H.G. Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada Special Paper 47. 2008. p. 185-209.

MARCHIORO GB, NUNES MA, DUTRA GF, MOURA RL e PEREIRA PGP. 2005. Avaliação dos impactos da exploração e produção de hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e adjacências. Revista Megadiversidade. Vol 1. No 2. P 225 – 310.

McLEOD I, SKEWES TD, GORDON SR e PITCHER CR. 2007. A method for seabad habitat mapping: Integration acoustic information with biogeophysical observations; Case Study – Scott Reef. In: Tood, B.J. e Greene, H.G. Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada Special Paper 47. 2008. p. 309-317.

MELO U, SUMMERHAYES CP e ELLIS JP. 1975. Salvador to Vitoria, Southeastern Brazil. Contr. Sedimentology, 4. Parte IV. p. 78-116.

NIMER E. 1989. Climatologia do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE. p. 421.

PHILPOTT SL, JAMES JWC, POULTON CVL, POULTON EJB, GRAHAM C e JONES L. 2007. The use of geological data in developing a framework for the mapping of marine habitats on a national scale in English waters. In: Tood, B.J.

e Greene, H.G. Mapping the Seafloor for Habitat Characterization: Geological Association of Canada Special Paper 47. 2008. p. 211-218.

PRADA MC, APPELDOORN RS e RIVERA JA. 2007. The effects of minimum map unit in coral reefs maps generated from high resolution side scan sonar mosaics. Coral Reefs.

QUARESMA VS, DIAS GTM e BAPTISTA NETO JA. 2000. Caracterização da ocorrência de padrões de sonar de varredura lateral e sísmica de alta freqüência (3,5 e 7,0 kHz) na porção da Baía de Guanabara – RJ. Revista Brasileira de Geofísica. Vol 18 (2). p 201.

RIEGL B e PILLER WE. 2000. Mapping of benthic habitats in northern Safaga Bay (Red Sea, Egypt): a tool for proactive management. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. Vol 10. p. 127–140.

ROOPER CN e ZIMMERMANN M. 2007. A bottom-up methodology for integrating underwater video and acoustic mapping for seafloor substrate classification. Continental Shelf Research. Vol 27. p. 947–957.

RYAN DA, BROOKE BP, COLLINS LB, KENDRICK GA, BAXTER KJ, BICKERS AN, SIWABESSY PJW e PATTIARATCHI CB. 2007. The influence of geomorphology and sedimentary processes on shallow water benthic habitat distribution: Esperance Bay, Western Australia. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol 72. p. 379-386.

SOUZA LAP e MOURA RL. 2005. Aplicações do Sonar de Varredura Lateral para planejamento ambiental em áreas recifais: o exemplo do Banco dos

Abrolhos, BA. 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Salvador, Brasil.

SPANÓ S, LEÃO ZMAN e KIKUCHI RKP. 2008. Diagnóstico do estado de conservação dos recifes em franja do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. OLAM Ciência & Tecnologia. Rio Claro, São Paulo. Ano VIII. Vol. 8. No.2. p. 245.