Renato Vinicius Ferreira

Caracterização dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos (Bahia, Brasil) com a utilização de imagens de veículo submersível de operação remota (ROV)

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica

Orientador: Prof. Dr. Paulo Yukio Gomes Sumida

São Paulo
2013

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Caracterização dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos (Bahia,
Brasil) com a utilização de imagens de veículo submersível de
operação remota (ROV)

Renato Vinicius Ferreira

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciências, Programa de Oceanografia, Área de Oceanografia Biológica.

Julgada em ____/____/____

Prof.(a) Dr.(a)

Conceito

Prof.(a) Dr.(a)

Conceito

Prof.(a) Dr.(a)

Conceito

Sumário

Dedicatória	iii
Epígrafe	iv
Índice de Tabelas	v
Índice de Figuras	vi
Agradecimentos	ix
Resumo	xii
Abstract	xiii

Capítulo 1: Introdução Geral

1.1 - Introdução	1
------------------------	---

Capítulo 2: Material e Métodos

2.1 - Objetivos Gerais	10
2.2 - Área de Estudo	11
2.3 - Material e Métodos	14

Capítulo 3: Caracterização em mesoescala dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos

3.1 - Introdução	23
3.2 - Objetivos Específicos	27
3.3 - Resultados	28
3.3.1 - Levantamento da comunidade megaepibêntica	28
3.3.2 - Análise dos dados	35
3.4 - Discussão	38

Capítulo 4: Caracterização de dois tipos de recife em microescala de Abrolhos: os rasos Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos e o mesofótico Itacolomis

4.1 - Introdução	43
4.2 - Objetivos Específicos	46
4.3 - Resultados	47

4.3.1 - Levantamento da megaepifauna bêmica	47
4.3.2 - Análise dados	57
4.4 - Discussão	61

Capítulo 5: Considerações Finais

5.1 - Conclusões	66
5.2 - Perspectivas Futuras	67

6 - Referências Bibliográficas	69
---	-----------

Anexos	79
---------------------	-----------

*Dedico este trabalho à minha avó Mathilde
e ao meu tio Lindomar que já não se encontram mais conosco
mas que onde quer que estejam chamam por mim todos os dias.*

Amo vocês!

Saudade!

*“Many that live deserve death.
Some that die deserve life.
Can you give it to them, Frodo?
Do not be too eager to deal out death in judgment.
Even the very wise cannot see all ends.”*

*“So do all who live to see such times.
But that is not for them to decide.
All we have to decide is what to do
with the time that is given to us.”*

Gandalf The Gray

Índice de tabelas

Tabela 1.1 - Escore dos 10 países com maior concentração de recifes de coral, mais a área de recifes existentes no Brasil para comparação.....	5
Tabela 2.1 - Tabela das coordenadas dos pontos de Coleta em Mesoescala, incluindo a profundidade, tipo de fundo e data da coleta (N. Oc. Prof. W. Besnard).....	15
Tabela 2.2 - Tabela das coordenadas e profundidade dos pontos de coleta dos Recifes Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos	17
Tabela 2.3 - Tabela das coordenadas dos pontos de coleta nos Recifes Itacolomis e observações sobre o tipo de fundo	18
Tabela 3.1 - Número de espécies em cada estação de coleta a bordo do N. Oc. Prof. W. Besnard	34
Tabela 4.1 - Número de espécies em cada estação dos recifes Itacolomis (Ita), Sebastião Gomes (SGT) e Parcel dos Abrolhos (Parcel Abr)	55

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Mapa do Banco de Abrolhos e seus principais recifes	12
Figura 2.2 - Mapa com a localização dos pontos de coleta para o estudo em Mesoescala (N. Oc. Prof. W. Besnard)	14
Figura 2.3 - Mapa das estações de coleta no recife de Sebastião Gomes	16
Figura 2.4 - Mapa com a localização da estação de coleta na face oeste do recife Parcel dos Abrolhos	17
Figura 2.5 - Mapa das estações nos recifes mesofóticos dos Itacolomis	19
Figura 2.6 - Aspecto do programa CPCe® mostrando um frame do Recife Sebastião Gomes	21
Figura 3.1 - Fotograma da estação 51 mostrando o fundo arenoso com presença de galerias de invertebrados da infauna	29
Figura 3.2 - Mapa da distribuição do tipo de fundo, mostrando as estações onde houve predominância de areia ou de bancos de rodolito	30
Figura 3.3 - Fotograma mostrando um banco de rodolitos na estação 59 ao norte do Banco de Abrolhos.....	31
Figura 3.4 - Gráfico da porcentagem média de ocorrência de grandes grupos na totalidade das estações do N.Oc. Prof. Besnard.	32
Figura 3.5 - Gráfico da porcentagem de ocorrência de grandes grupos em cada uma das estações analisadas	33

Figura 3.6 - Gráfico da diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J') das estações da Campanha do N.Oc. Prof. W. Besnard, agrupadas em Estações de Areia (25-61) e Estações de Bancos de Rodolito (35-59)**35**

Figura 3.7 - Gráfico da análise fatorial de correspondência (AFC), evidenciando três agrupamentos no plano**36**

Figura 3.8 - Gráfico da análise de agrupamento (similaridade de *Bray Curtis*) entre as estações onde ocorreram grande quantidades de rodolitos**37**

Figura 4.1 - Gráfico da porcentagem de ocorrência de grandes grupos em cada uma das estações dos Recifes Itacolomis (Ita), Sebastião Gomes (SGT) e no Parcel dos Abrolhos**49**

Figura 4.2 - Fotograma mostrando a borda arenosa ao redor de um chapeirão no Parcel dos Abrolhos com a presença do alcionáceo *Neospongodes atlantica* no fundo (seta)**50**

Figura 4.3 - Gráfico da porcentagem média e ocorrência de grandes grupos da totalidade de estações dos recifes mesofóticos Itacolomis**51**

Figura 4.4 - Gráfico da porcentagem média de ocorrência de grandes grupos nas estações rasas dos recifes de Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos. Barras verticais representam o erro padrão**52**

Figura 4.5 - Fotograma da estação Sebastião Gomes Leste dominada por macroalgas, podendo-se observar as espécies *Udotea* sp. (UD), *Sargassum* spp. (SG), *Dictyota* spp. (DT) e *Ochtodes secundiramea* (OC)**53**

Figura 4.6 - Gráfico da diversidade de Shannon-Wiener (H') e de Equitabilidade de Pielou (J') para as estações dos recifes Sebastião Gomes (SGT), Parcel dos Abrolhos e Itacolomis (Ita)**58**

Figura 4.7 - Gráfico da análise de agrupamento (similaridade de *Bray Curtis*) entre as estações de coleta dos recifes Itacolomis (Ita), Sebastião Gomes (SGT) e Parcel dos Abrolhos**59**

Figura 4.8 - Gráfico da análise fatorial de correspondência (AFC) evidenciando 4 agrupamentos no plano**60**

Figura A.1 - A) Rodolito; B) Alga *Halimeda* spp. (HA) e zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (PC); C) Zoantídeo *Palythoa caribaeorum*; D) Zoantídeo *Palythoa caribaeorum* branqueado; E) Coral hermatípico *Montastrea cavernosa*; F) Coral hermatípico *Montastrea cavernosa* branqueado**80**

Figura A.2 - A)Coral hermatípico *Mussismilia braziliensis*; B)Coral hermatípico *Mussismilia harttii*; C)Coral hermatípico *Siderastrea* spp.; D)Octocoral *Phyllogorgia dilatata*; E)Octocoral *Plexaurella grandiflora*; F)Octocoral alcionáceo *Neospongodes atlantica***81**

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter criado o objeto de estudo da ciência. Sem Ele nem nós e nem o mundo existiria nessa bela forma a qual conhecemos e tentamos compreender.

Ao CNPq por pela bolsa de mestrado concedida e à CAPES pela bolsa da cota de demanda social. À FAPESP pelo financiamento do projeto “Mapeamento dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos”. Ao Instituto Oceanográfico e a todos os seus funcionários pela disposição e por fornecer toda uma estrutura para não só meus estudos mas de tantos outros alunos e pesquisadores.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Sumida, pela maravilhosa orientação, pelas broncas, risadas, almoços, conversas... Obrigado Paulo, por me ensinar o que é a ciência de verdade, por me fazer ver que sou capaz de coisas que eu nem imaginava ser e por simplesmente falar as palavras que eu precisava ouvir no momento que eu precisava ouvir. Não tenho você como um orientador ou como um professor somente, tenho você como amigo. Posso dizer quantos “obrigados” couberem aqui e ainda assim não expressarão minha gratidão.

Aos meus pais Beth e Zezé por todo apoio, principalmente à minha mãezinha por me dar muitas broncas e ser a pessoa mais presente em minha vida em todos os momentos, sejam eles os bons ou os mais difíceis. Aos meus irmãos Marcos, Alê e Mauro, pelo amor fraterno e pelas brigas e conselhos. À toda minha família que nunca deixou de acreditar em mim e sempre me apoiou em todos os momentos. Vocês são as pessoas mais importantes da minha vida e sem vocês não sou nada. Amo todos vocês.

Agradeço aos professores que se dispuseram a doar um pouco do seu tempo pra ler minha dissertação e participar da minha banca. Obrigado, com certeza todas as críticas de vocês serão muito relevantes pra melhoria não só do trabalho mas também da minha pessoa.

Ao Arthur pela ajuda em todos os sentidos, pelas correções, por ajudar com as estatísticas e por sempre mandar um email com alguma coisa engraçada pra descontrair, rs. Valeu Tutu, você foi peça fundamental na realização desse trabalho.

À todo o pessoal do LDB. Valeu Marquinhos, Karin, Betina, Paula, Aninha, Maria, Camila, Carol, Mau, Miguel, João, aos estagiários Fernando (Pacu), Olívia, Felipe (Vaca), Elisa. Valeu pessoal, pela ajuda, pelas conversas, pelos toques no Café com Ciência, pelos cafés, pelas festinhas de aniversário, pelos doces, chocolates, bolos e tortas deliciosos que vocês sempre levaram e eu devorei tudo sozinho. E me desculpem por não ter sido um exemplo de companheiro no laboratório e por ser “polêmico”... Prometo melhorar, rs!

Ao pessoal do grupo de Abrolhos, e da Rede Abrolhos: Rodrigo Leão Moura, Ronaldo Francini-Filho “Magrão”, Gilberto Amado-Filho, Guilherme Pereira-Filho, etc. por terem coletado os dados de vídeo nos recifes Itacolomis e ajudado nas identificações. Ao Capitão Rezende e toda tripulação do N. Oc. Prof. W. Besnard pela pernada no Projeto ProAbrolhos.

Ao pessoal dos outros laboratórios, Sandrinha, Déa, Ju Genistretti, Pedro, Michelle, Cau, Caia, Bica, Diego Cabeça (Valeu pela hospedagem em Sydney), Fábio, Ju, Débora, Carol Vig, Alex, Gui, Fabiano. Obrigado por tudo pessoal.

Um obrigado especial pra Carol Gots pela companhia nas idas e voltas no trânsito caótico pro ABC, pelas risadas, pelos almoços no bandex, pelas cervejas na Bio. Valeu Carol, amizades como a sua são pra sempre. Obrigado também à Pri, por

ser a única pessoa que ri de TODAS as minhas piadas, por piores que elas sejam (ou seja, quase sempre), pelos almoços no bandex e pelas cervejas na Bio. Valeu meninas.

Ao meu irmão Ganso por sempre estar ao meu lado e sempre saber me dar uma bronca e uns socos na hora que eu mereço. Valeu Malóki, por me apoiar e não deixar eu desistir de nada NUNCA. Amo você Belial.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e estiveram do meu lado em todos os momentos, Camum, Kelvin, Tales, Cab, Jenni, Gabi, Babom, Letícia, Marcelo, Cria, Pinga, Paifer, Eric, Dedé, Daniel. À Mari que no momento que mais precisei de uma palavra de apoio soube exatamente falar o que eu precisava ouvir. Valeu molecada, amo todos vocês.

Um agradecimento especial à Celeste, por ser uma companheira tão maravilhosa e tão fácil de lidar. Sua presença foi inspiradora demais pra realização não só desse trabalho mas também de uma carreira toda que se inicia agora.

Obrigado de verdade à quem quer que seja, estando ou não estando citado aqui, mas que torceram pra e me ajudaram a vencer mais uma etapa na minha vida.

OBRIGADO!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os habitats bênticos do Banco de Abrolhos e comparar dois tipos de recife no local: rasos e mesofóticos. Foram feitas filmagens com um ROV em 20 estações ao redor do Banco para um estudo em mesoescala. Para a comparação dos recifes, foram feitas filmagens nos recifes rasos de Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos e na área mesofótica de Itacolomis. As imagens foram analisadas através do programa CPCe®. Foram calculadas a abundância total das espécies por área e por estação e os índices de diversidade e equitabilidade. As estações foram comparadas através do cálculo da similaridade de *Bray Curtis* e de uma análise fatorial de correspondência (AFC). Nas estações ao redor do Banco foi constatado uma extensa área de rodolitos na parte externa e áreas de fundo inconsolidado na região mais interna. Os bancos de rodolito ocorreram sempre em profundidades maiores que 30 metros. Nos recifes rasos houve uma dominância de macroalgas (ca. 23%), octocorais (ca. 16%) e zoantídeos (ca. 14%), sendo sempre mais diversos que os bancos de rodolitos. O recife mesofótico de Itacolomis teve cobertura predominantemente rodolítica (ca. 48%). Dentre os outros organismos encontrados, os mais abundantes foram macroalgas (ca. 17%) e esponjas (ca. 4%). Abrolhos é o ecossistema mais rico do Atlântico Sul e se encontra severamente ameaçado. Pouco se conhece ainda sobre seu funcionamento e sobre suas áreas mais profundas. Estudos como este são necessários para entender e conservar o Banco de Abrolhos.

Palavras-chave: Abrolhos; recifes de coral; recifes mesofóticos, rodolitos, ROV

Abstract

The benthic habitats of Abrolhos Bank were characterized and two kind of reefs were compared: shallow and mesophotic. Video footage was taken in 20 sites on the Bank using an ROV. Other footages were taken on the shallow reefs Sebastião Gomes and Parcel dos Abrolhos and at the mesophotic Itacolomis to make the comparison. Still images from videos were analyzed using the CPCe® program. We calculated the total abundance, diversity and equitability of epibenthic species. We also compared the sites using the similarity index of Bray Curtis and a correspondence analysis (CFA). Large rhodolith beds were found on the Bank edges, with inner sites composed mainly by soft bottoms. Rhodolith beds were always found at depths greater than 30 meters. At the shallow reefs macroalgae (ca. 23%), octocorals (ca. 16%) and zoanthids (ca. 14%) dominated. These sites presented higher epibenthic diversity than rhodolith beds. Rhodoliths dominated in the mesophotic area of Itacolomis reef with ca. 48% coverage. Other abundant organisms were macroalgae (ca. 17%) and sponges (ca. 4%). Abrolhos is the richest ecosystem in the South Atlantic ocean and it is severely threatened. There is still little information available, specially for the deeper zone. More researches like the one presented herein are very important and necessary to understand and conserve Abrolhos Bank.

Key-words: Abrolhos, coral reefs, mesophotic reefs, rhodoliths, ROV

Capítulo 1: Introdução Geral - Uma visão global dos recifes de coral

1.1 - Introdução

Recifes de coral estão entre os mais ricos ecossistemas do Globo e provém milhares de quilômetros quadrados de complexos habitats marinhos (Lesser, 2004; Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011). Villaça (2009) define um recife como uma “*estrutura com esqueleto rígido que influencia a deposição de sedimento nos arredores e que é topograficamente mais elevada que a superfície em seu entorno*”. Porém, tal definição não se limita aos recifes de coral, podendo ser utilizada para recifes de rochas, recifes artificiais e outros que não sejam especificamente recifes de coral. O autor define um recife de coral como “*ecossistema marinho de altíssima biodiversidade cujo arcabouço é formado por organismos capazes de sintetizar esqueletos biogênicos e formar estruturas complexas que suportam diversas comunidades*”.

Existem três principais tipos de recifes quanto à sua formação: (1) recifes em franja, que rodeiam a costa e se estendem por centenas de metros mar adentro, estando diretamente ligados ao continente (ou ilha); (2) recifes em barreira, que se encontram a alguns quilômetros de distância da costa, formando canais navegáveis entre continente (ou ilha) e recife; e (3) atóis, que se encontram no oceano aberto, onde existiam grandes ilhas vulcânicas circundadas por recifes, que ao submergirem deixaram o recife continuar crescendo, formando uma laguna interna mais rasa (Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011).

Os recifes possuem características únicas entre os ecossistemas marinhos, apresentando uma grande produtividade primária, mesmo sendo

encontrados em águas oligotróficas onde os nutrientes seriam fatores limitantes para a mesma. A complexidade estrutural dos recifes está diretamente ligada à sua alta biodiversidade, que permite a formação de uma infinidade de microhabitats distintos, além de ser influenciada e afetada por processos naturais como distúrbios por correntes e tempestades, predação, competição interespecífica e doenças (Maragos *et al.*, 1996; Hughes, 1989; Wilson *et al.*, 2007; Graham & Nash, 2012). Para Graham & Nash (2012), os efeitos iniciais dos impactos e distúrbios podem causar uma mortalidade nos corais, porém se a estrutura do recife continuar intacta, este consegue manter a diversidade e se recuperar.

Os principais organismos formadores de recifes são os corais hermatípicos, colônias de milhares de pólipos de cnidários (Anthozoa, Hexacorallia, Scleractinia) que possuem a capacidade de secretar esqueletos de CaCO_3 , podendo formar estruturas gigantescas ao longo de milhões de anos (Sheppard *et al.*, 2009). As algas calcárias contribuem no processo de formação dos recifes, colaborando com a formação da matriz tridimensional dos recifes, sendo que estas são também secretoras de esqueletos de CaCO_3 , sendo parte do arcabouço recifal (Burke *et al.*, 2011). Estudos apontam que a origem dos corais provém do período Triássico, aproximadamente 250 milhões de anos atrás, quando começaram a se formar os recifes, que se desenvolveram durante o Jurássico e chegaram ao seu auge no Cretáceo, permanecendo a crescer até se tornar o que conhecemos hoje no Holoceno, tendo sobrevivido inclusive a períodos de glaciação e variações do nível oceânico (Lesser, 2004; Sheppard *et al.*, 2009).

Além dos corais, os recifes abrigam inúmeras espécies de peixes, crustáceos, esponjas, equinodermes e outros organismos do bentos, além de outros grupos de cnidários como zoantídeos e medusóides que colaboram para o equilíbrio ecológico e manutenção do hábitat. Em um complexo recifal é possível encontrar espécies de praticamente todos os filos do Reino Animal. Apesar de corresponderem a menos de 1% da área dos oceanos, os recifes concentram aproximadamente 25% de todas as espécies marinhas conhecidas, sendo que já foram descritas mais de 4 mil espécies de peixes associadas aos recifes e 800 espécies de corais construtores. Por conta de sua altíssima biodiversidade, os recifes de coral são chamados de “florestas tropicais marinhas”, já que estas possuem diversidade gigantesca (Lesser, 2004; Sheppard *et al.*, 2009, Burke *et al.*, 2011; Plaisance *et al.*, 2011).

A alta biodiversidade dos recifes é principalmente por conta de sua grande produtividade primária e de sua heterogeneidade ambiental, sendo que esta é possibilitada primordialmente pela relação de simbiose entre os corais escleractínios e as zooxantelas (Lesser, 2004). Zooxantelas são microalgas dinoflageladas do gênero *Symbiodinium*, que vivem em simbiose com os corais, alojadas nos vacúolos das células da gastroderme do organismo hospedeiro, provendo alimento para os mesmos. É aceito que tal simbiose teve início no período Triássico, há aproximadamente 240 milhões de anos, quando surgiram os primeiros corais construtores. O rápido sucesso e adaptação desses cnidários foram diretamente ligados à aquisição dos dinoflagelados endossimbiontes, que proporcionaram a eles a capacidade de viver em águas oligotróficas onde há altíssima incidência de radiação solar (Lesser, 2004; Sheppard *et al.*, 2009).

A nutrição dos corais construtores e a obtenção de energia pelos mesmos ocorre principalmente por dois processos: a fotossíntese realizada pelas zooxantelas e a heterotrofia, que possibilita aos pólipos destes antozoários capturar pequenas partículas em suspensão na coluna d'água e preda organismos menores do zooplâncton. A produção das microalgas endossimbiontes é responsável por aproximadamente 95% da nutrição do hospedeiro, composta principalmente por açúcares, aminoácidos, outros carboidratos e pequenos peptídeos. Em troca, as zooxantelas recebem nutrientes essenciais como amônia, fosfato e dióxido de carbono dos dejetos metabólicos provenientes dos pólipos os quais habitam. Para Lesser (2004), estudos mais recentes evidenciam que a heterotrofia dos corais tem como fator de maior importância a captação de compostos de nitrogênio, fósforo, e outros nutrientes que tornam possível o organismo do coral usar o carbonato do esqueleto para sintetizar proteínas e outros metabólitos essenciais.

Por serem primordialmente formados por organismos pouco tolerantes a grandes variações de temperatura e principalmente a temperaturas abaixo de 23°C, os recifes se concentram na faixa tropical do Globo, onde essas são mais altas e constantes. São limitados pelas águas frias das zonas temperadas tanto ao Norte quanto ao Sul, entre os paralelos 30°N e 30°S de latitude. A maior concentração de recifes de coral ao redor do mundo ocorre na região do Indo-Pacífico, onde se encontra praticamente metade da área mundial de corais. A Indonésia é o país detentor da maior cobertura de recifes, contando com aproximadamente 51 mil km² destes, o que corresponde a aproximadamente 18% do total mundial, seguido por Austrália, onde se encontra a Grande Barreira de Corais, a maior estrutura natural do globo, com

aproximadamente 49 mil km² de cobertura coralínea, ou cerca de 17% da cobertura mundial (Tabela 1.1). A maior biodiversidade recifal encontra-se também na região do Indo-Pacífico, sendo que é mais alta no chamado triângulo dos corais no Pacífico Oeste, que compreende a área entre Indonésia, Filipinas e Papua Nova Guiné (Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012).

Tabela 1.1 - Escore dos 10 países com maior concentração de recifes de coral, mais a área de recifes existentes no Brasil para comparação.

País	Área (km²)	% Mundial
Indonésia	51.020	17,95
Austrália	48.960	17,22
Filipinas	25.060	8,81
França (incluindo territórios)	14.280	5,02
Papua Nova Guiné	13.840	4,87
Fiji	10.020	3,52
Maldivas	8.920	3,14
Arábia Saudita	6.660	2,34
Ilhas Marshall	6.110	2,15
Índia	5.790	2,04
Brasil	1.200	0,42

Fonte: Modificado de Sheppard *et al.* (2009).

Aproximadamente 15% da população mundial depende direta ou indiretamente dos recifes de coral. A maior parte das grandes cidades ao redor do mundo é próxima ao litoral, sendo que destes, aproximadamente 850 milhões de pessoas vivem a até 100 quilômetros de um recife de coral. Outras 275 milhões de pessoas vivem extremamente próximas aos recifes, entre 10 e 30 quilômetros, sendo totalmente dependentes destes. Tal dependência pode ser de diversas formas, como por exemplo a pesca comercial, pesca de subsistência, turismo, artesanato, etc. (Burke *et al.*, 2011). Estima-se que a

pesca comercial nos recifes compreende apenas cerca de 2,5% do total do pescado mundial, sendo predominante a pesca artesanal. Esta é uma fonte importantíssima de proteína animal para comunidades litorâneas, principalmente nos países subdesenvolvidos e pequenas ilhas (Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012). Na região do Triângulo dos Corais no Sudeste da Ásia, os recifes são a principal fonte de renda e alimento para a maior parte das famílias, sendo que a região concentra a maior parte dos recifes mundiais (aproximadamente 35% do total) além da maior diversidade de corais e peixes recifais (76% e 37% respectivamente) (Burke *et al.*, 2012). Já a pesca comercial é uma séria ameaça às comunidades recifais. Muitas vezes esta é feita com redes de arrasto de fundo, que destrói grande parte da comunidade bentônica, inclusive pequenos corais começando a formar estruturas maiores, além de desperdiçar uma grande quantidade de animais que não são a espécie alvo dos pescadores, também conhecida como *bycatch* (Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012).

Além da pesca, os recifes se encontram sob diversas ameaças tanto naturais quanto antrópicas, principalmente por estarem, em sua maioria, próximos à costa. Os estresses ocorridos nos recifes possuem direta ou indiretamente a ação do ser humano, que pode intensificar as ameaças naturais corriqueiras aos mesmos (Burke *et al.*, 2011). Os riscos os quais os recifes correm são decorrentes de diversas causas, entre elas o aporte de dejetos domésticos e industriais não tratados, o que ocasiona um aumento exorbitante de matéria orgânica, nutrientes, toxinas e metais pesados, em sua maioria letais para a grande parte da fauna recifal e adjacente. A acidificação dos oceanos pode causar problemas como o branqueamento das colônias e a

diminuição da deposição de CaCO_3 para a formação do esqueleto calcário tanto dos corais como das algas calcárias. Danos causados pelo aumento da prática do turismo, principalmente com o advento do mergulho autônomo recreativo, durante os quais mergulhadores acabam por danificar o recife e também pelo fundeio irregular de barcos próximo dos mesmos (Hawkins & Roberts, 1992; Medio *et al.*, 1996; Roupheal & Inglis, 1997; Wilkinson, 1999; Lesser, 2004; Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012).

Alguns impactos naturais também ameaçam os recifes. Tempestades e furacões podem causar uma perturbação do sedimento o que causa um aumento da sedimentação à qual os corais são pouco tolerantes. Distúrbios geológicos como erupções vulcânicas, terremotos e *tsunamis* podem causar danos massivos e localizados, principalmente em ilhas oceânicas circundadas por recifes (Wilkinson, 1999). O aquecimento das águas oceânicas e suas constantes variações de temperaturas causam aos corais, organismos acostumados a temperaturas constantes, o branqueamento e consequente morte. As constantes variações de nível oceânico decorrente da variação dos níveis oceânicos também podem ser uma ameaça, quando durante a maré baixa os topos dos recifes encontram-se emersos por diversas horas diariamente. A introdução de espécies exóticas em recifes de coral também é uma ameaça, muitas vezes por a espécie invasora não possuir um predador e os organismos nativos não possuírem defesas contra os mesmos (e.g., o peixe-leão, *Pterois volitans*, invasor no Caribe e o coral-sol, *Tubastrea* sp., invasor na costa brasileira) (Wilkinson, 1999). Grande parte destes desgastes naturais são decorrentes de ações antrópicas indiretas (Wilkinson, 1999; Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012).

Dentre as maiores consequências dos estresses aos quais os corais estão sujeitos está o branqueamento. O branqueamento é a perda das zooxantelas simbiotes pelos pólipos, descrita como a dissociação da relação simbiótica entre alga e hospedeiro. Ao ocorrerem estresses às células, alguns mecanismos são ativados e ocasionam a perda das zooxantelas causando o branqueamento. Estudos relatados por Brown (1997) mostraram que a degradação das próprias microalgas no ambiente intracelular, a perda dos pigmentos fotossintetizantes e, em último caso, a exocitose das algas por parte da célula hospedeira da endoderme para o celêntero, são os principais mecanismos de perda das zooxantelas. Estes mecanismos são ativados devido a estresses causados aos pólipos e ocorre não somente em corais, mas em outros cnidários como zoantídeos e anêmonas, além de alguns moluscos bivalves e foraminíferos que possuem a relação de simbiose com microalgas. A perda das zooxantelas causa uma diminuição dos pigmentos fotossintetizantes e consequentemente uma diminuição drástica da fotossíntese, que confere alimento e nutrientes ao animal. A diminuição na capacidade fotossintética pode ocasionar a morte de toda a colônia, já que esta não receberá mais alimento. O branqueamento pode ser revertido se o estresse causador do mesmo não for duradouro e os pólipos podem readquirir as zooxantelas, recuperando sua coloração e sua fonte de nutrição (Brown, 1997).

Burke *et al.* (2011), realizou um completo e extenso levantamento sobre as áreas recifais mais impactadas ao redor do mundo e as principais ameaças e riscos localizados sobre as mesmas. Entre as regiões onde os recifes corais correm mais riscos, estão o Sudeste da Ásia, onde se encontra o Triângulo dos Corais,

e o Caribe, locais onde as ameaças categorizadas entre médias, altas e muito altas, contabilizam mais de 75% da área total. Já a região mais conservada é a Austrália, onde menos de 20% da região apresenta tais riscos. Em tal relatório são apresentadas como ameaças mais preocupantes a sobrepesca e os estresses térmicos. As previsões para o futuro são ainda mais preocupantes, se os riscos aos quais os recifes estão submetidos não forem freados. Em uma visão global, as ameaças de categorias média, alta, muito alta e crítica, subirão de 60% da área global no presente para mais de 90% em 2030 e 99% em 2050 (Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012).

No Brasil, os recifes encontram-se limitados ao norte pela foz do Rio Amazonas por conta de sua alta sedimentação e aporte de sedimentos terrígenos e ao sul pelas baixas temperaturas nos estados do Paraná e Santa Catarina. Formações recifais são encontradas do Maranhão ao norte do Espírito Santo (Castro & Pires, 2001). Na costa sul da Bahia encontra-se o único complexo recifal verdadeiro do Atlântico Sul, na região do Banco de Abrolhos, com uma área de aproximadamente 6 mil km² (Leão, 1999). Tal área é o objeto do presente estudo e será abordada mais profundamente nos capítulos subsequentes.

Capítulo 2: Material e Métodos

2.1 - Objetivos Gerais

O presente trabalho encontra-se inserido no Projeto ‘Mapeamento dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos’ financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2007/00535-0) e teve como objetivo geral caracterizar os habitats bênticos do Banco de Abrolhos, incluindo parte de seus recifes rasos, mas principalmente seus ambientes mesofóticos, através da análise de imagens realizada com um veículo submersível de operação remota (ROV na sigla em inglês).

2.2 - Área de Estudo

O Banco de Abrolhos situa-se em um alargamento da plataforma continental brasileira, com aproximados 200 km de extensão e abrange a porção sul do estado da Bahia e o extremo norte do estado do Espírito Santo. Possui uma área de aproximadamente 46.000 km² situada entre as coordenadas 17°20' – 19°45'S e 37°10' - 39°40'W. As profundidades médias da região são normalmente inferiores a 30 metros e as maiores profundidades chegando a mais de 100 metros (Leão, 1999; Leão & Kikuchi, 2001; Moura *et al.*, *submetido*). Nele está inserido o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, o primeiro parque marinho do gênero a ser criado no Brasil, e que compreende o Arquipélago de Abrolhos e os recifes do Timbebas e do Parcel dos Abrolhos (Figura 2.1) (Ferreira & Gonçalves, 1999).

O clima da região é Tropical Úmido, com médias de temperatura de 24°C no inverno e 27°C no verão. A média de precipitação anual é de 1.750 mm, sendo que o mês de março concentra aproximadamente 35% deste total. As temperaturas médias da água variam de 24,5°C no mês de agosto a 27,5°C no mês de março (Leão, 1999). O Banco de Abrolhos é banhado pela Corrente do Brasil, uma corrente de águas oligotróficas que segue um curso Norte-Sul. As marés são semidiurnas com variações de 1,6 a 1,7 metros, alcançando alturas máximas de 2,3 metros durante a sizígia e 0,5 metros durante a quadratura (Leão, 1999; Leão & Kikuchi, 2001).

Dois rios de grande importância deságuam na região, o Rio Doce ao sul, e o Rio Jequitinhonha ao norte, depositando uma grande quantidade de

sedimentos de origem terrígena, com predominância de sedimentos siliciclásticos na região costeira. Nas áreas mais próximas aos recifes predominam sedimentos carbonáticos de origem biogênica dos próprios esqueletos dos recifes. A região mais externa do Banco predomina sedimento composto de areia muito fina com alto teor carbonático (Leão, 1999). Em contraste a outros recifes espalhados pelo mundo, os corais de Abrolhos crescem em águas com uma enorme quantidade de sedimentos suspensos, principalmente partículas finas de lama e frações de sedimentos siliciclásticos (Leão & Kikuchi, 2001).

Figura 2.1 - Mapa do Banco de Abrolhos e seus principais recifes. (Modificado de Leão, 1999)

Abrolhos possui uma grande biodiversidade, talvez a maior de todo o Atlântico Sul, com também um alto grau de endemismo (Leão, 1999). Os recifes de Abrolhos se dividem nos recifes do Arco Costeiro que se encontram entre 10 e 20 km da costa e compreendem os recifes do Timbebas, o Parcel das Paredes e os recifes da Pedra Grande, Coroa Vermelha e Viçosa; os recifes em franja do arquipélago de Abrolhos, que compreendem 5 ilhas próximas ao arco externo; e os recifes do Arco Externo, onde se encontra o Parcel dos Abrolhos, além dos recifes Itacolomis situados na extremidade norte do Banco (Leão, 1999; Leão & Kikuchi, 2001)

2.3 - Material e métodos

Os dados de vídeo foram coletados através de ROVs no contexto do projeto 'Mapeamento dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos' financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, através do Projeto Pro-Abrolhos - Produtividade, Sustentabilidade e Utilização do Ecossistema do Banco de Abrolhos, e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

Foram realizadas duas coletas para dois estudos distintos, uma coleta em escala de dezenas de quilômetros, denominada em 'mesoescala' e uma coleta em escala de dezenas de metros sobre recifes específicos denominada em 'microescala'.

As coletas ocorreram durante os cruzeiros oceanográficos no inverno de 2007 a bordo do *N. Oc. Prof. W. Besnard* do IOUSP em 20 pontos pré-selecionados através de uma grade de espaçamento aproximadamente regular sobre o Banco (Tabela 2.1). Tal coleta foi realizada para um estudo em mesoescala da totalidade do Banco (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Mapa com a localização dos pontos de coleta para o estudo em mesoescala (N.Oc. Prof. W. Besnard).

Tabela 2.1 - Tabela das coordenadas dos pontos de Coleta em Mesoescala, incluindo a profundidade, tipo de fundo e data de coleta (N. Oc. Prof. W. Besnard)

Estação	Latitude Sul	Longitude Oeste	Prof.	Tipo de Fundo	Data
25	20°02,74'	40°00'	40m	Areia lamosa com nódulos calcários	29/08/07
26	19°41,87'	39°29,89'	61m	Areia Fina + Lama (silte)	29/08/07
34	19°37'	38°03,18'	59m	Nódulos de algas calcárias	27/08/07
35	19°29,1'	38°30'	78m	Nódulos de algas calcárias	28/08/07
36	19°20,46'	38°59,9'	55m	Nódulos de algas calcárias	28/08/07
37	19°11,84'	39°29,98'	26m	Cascalho + Areia + Lama	28/08/07
38	18°42,11'	39°30,05'	23m	Areia	26/08/07
39	18°50,80'	39°00,15'	44m	Chapeirões	26/08/07
40	18°59,63'	38°29,92'	80m	Areia + Lama	27/08/07
41	19°08'	38°00'	66m	Nódulos de algas calcárias	27/08/07
48	18°38,35'	37°59,8'	66m	Nódulos de algas calcárias	25/08/07
49	18°28,89'	38°34,56'	55m	Areia	26/08/07
50	18°20,65'	39°00,1'	35m	Areia Fina	22/08/07
51	17°58,8'	38°59,9'	24m	Lama	22/08/07
52	18°00'	38°30,16'	37m	Areia Carbonática + Lama	25/08/07
53	17°59,82'	38°00,03'	59m	Areia + Algas calcárias	25/08/07
54	18°00,07'	37°30,04'	56m	Nódulos de algas calcárias	23/08/07
59	17°30,03'	38°32,85'	30m	Nódulos de algas calcárias	24/08/07
60	17°30'	38°48'	31m	Cascalho + Areia + Lama	24/08/07
61	16°59,94'	39°00,11'	29m	Cascalho + Areia + Lama	24/08/07

Dos 20 pontos, em dois não foi possível realizar a coleta e obtenção dos vídeos. Nos pontos 39 e 53 a missão de filmagem com o ROV foi cancelada por conta do risco de perda do equipamento, causado pela grande agitação do mar e presença de grandes pedras (no ponto 53) e chapeirões de até 8 metros de altura (ponto 39) estruturas com as quais o ROV poderia chocar-se e ser perdido ou danificado. Em duas outras estações, 34 e 49, por conta da alta turbidez da água, os vídeos não puderam ser analisados, sendo que não foi possível gerar fotogramas suficientes com boa qualidade de imagem para que pudessem ser analisadas com precisão, o que causaria então uma subamostragem e imprecisão nos dados. Somente foi possível notar a grande cobertura de areia na estação 49 e de rodolitos na estação 34 (Capítulo 3).

Também foram realizadas 4 amostragens no recife de Sebastião Gomes, um em cada uma das quatro faces do recife (Norte, Leste, Oeste e Sul) (Figura 2.3), porém apenas a estação mais próxima do recife em cada transecto foi analisada, já que as demais apresentaram apenas fundos arenosos. Foi também realizado um transecto na face Oeste do recife do Parcel dos Abrolhos, próximo ao Arquipélago dos Abrolhos (Figura 2.4). Para realizar essas coletas foram utilizadas embarcações de pequeno porte (Tabela 2.2).

Figura 2.3 - Mapa das estações de coleta no recife de Sebastião Gomes.

Tabela 2.2 - Tabela das Coordenadas e profundidade dos pontos de coleta dos Recifes Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos

Estação	Latitude Sul	Longitude Oeste	Profundidade	Data
Sebastião Gomes Sul	17°55'22"	39°07'54"	1m	19/07/2007
Sebastião Gomes Oeste	17°54'49"	39°08'43"	7m	21/07/2007
Sebastião Gomes Norte	17°54'08"	39°07'39"	3m	22/07/2007
Sebastião Gomes Leste	17°54'38"	39°06'44"	4m	23/07/2007
Parcel dos Abrolhos	17°58'22"	38°41'03"	18m	25/07/2007

Figura 2.4 - Mapa com a localização da estação de coleta na face oeste do recife Parcel dos Abrolhos.

Uma amostragem extra de imagens de vídeo foi feita na parte mais ao norte do Banco, no recife Itacolomis, denominada Campanha Norte. Tal campanha foi realizada no período de inverno do ano de 2009 a bordo de uma embarcação de pequeno porte e para a escolha dos pontos de filmagem, foi utilizado um sonar de varredura lateral 4100P da marca EdgeTech atrelado ao casco da embarcação, sendo que este captura faixas contínuas de imagens

obtidas através de pulsos sonoros (ecogramas). A partir daí foram selecionados alvos baseados nos dados de sonar e feitas imagens de vídeo de cada alvo de modo a obter uma relação entre o registro sonográfico e a imagem real do hábitat que gera tal eco (Tabela 2.3) (Figura 2.5). Ambas coletas feitas nos recifes foram realizadas para um estudo em microescala dos habitats recifais e comparações de suas estruturas de comunidades bentônicas (Capítulo 4).

Tabela 2.3 - Tabela das coordenadas dos pontos de coleta nos Recifes Itacolomis e observações sobre o tipo de fundo.

Estação	Latitude Sul	Longitude Oeste	Observações
N03	16° 54' 23.3"	38° 57' 59.7"	
N10	16° 54' 35.5"	38° 40' 55.9"	Imagens distantes com provável domínio de algas calcárias
N11	16° 54' 35.9"	38° 40' 56.4"	
N12	16° 54' 34.7"	38° 40' 39.5"	
N14	16° 54' 37.9"	38° 40' 36.8"	Imagens distantes com provável domínio de algas calcárias
N15	16° 54' 35.4"	38° 40' 37.5"	Imagens distantes com provável domínio de algas calcárias
N16	16° 59' 17.2"	38° 51' 31.0"	
N17	17° 01' 13.9"	38° 57' 49.9"	
N18	17° 00' 37.2"	38° 57' 49.9"	
N19	17° 04' 31.3"	39° 03' 16.1"	
N1A	16° 54' 23.7"	39° 00' 37.3"	Água muito turva, aparentemente domínio de fundo arenoso
N20	17° 06' 19.0"	39° 07' 36.7"	Água muito turva, aparentemente domínio de fundo arenoso
N4	16° 54' 20.4"	38° 52' 10.1"	
N5a	16° 54' 38.6"	38° 46' 04.4"	
N6	16° 54' 49.4"	38° 45' 24.7"	Imagens distantes com provável domínio de algas calcárias
N7	16° 54' 46.8"	38° 45' 17.0"	Imagens distantes de fundo arenoso, ocorrência de poucas algas frondosas
N8	16° 54' 40.3"	38° 44' 11.2"	Imagens distantes com provável domínio de algas calcárias
N9	16° 54' 41.6"	38° 43' 48.2"

Figura 2.5 - Mapa das estações de coleta nos recifes mesofóticos dos Itacolomis.

Para a obtenção dos vídeos, foi utilizado um Veículo Submersível de Operação Remota (ROV) de pequeno porte, modelo LBV S² (Seabotix Inc.) com capacidade máxima de mergulho de 150 metros de profundidade. As imagens submarinas foram gravadas em mídia de Mini-DV e editadas através do programa iMovie® (Apple Inc.) a fim de eliminar trechos de cobertura ruim de fundo, baixa visibilidade ou imagens a grandes distâncias do substrato onde não seria possível realizar a identificação da fauna ou flora. Os dados foram em seguida armazenados em disco rígido com conexão FireWire de 400 Mbps.

Através do programa iMovie® os vídeos foram cortados em arquivo de imagem, gerando *frames* a cada um segundo. De posse das imagens, foram gerados 50 quadros aleatórios do transecto de cada vídeo, sorteados através da função “Geração de Números Aleatórios” do Microsoft Excel®, sendo assim os tempos dos vídeos foram transformados em números inteiros (segundos) e

então gerados 50 números aleatórios para o transecto. Estes números foram transformados novamente para minutos/segundos, obtendo-se a posição do *frame* aleatório no vídeo (Bernardino, 2005). Números que levaram a sobreposições totais ou parciais das amostras foram descartados, bem como aqueles que foram imediatamente adjacentes para evitar vícios e dependências amostrais, tendo sido ressorteados. Os quadros subamostrados dos transectos foram armazenados no formato JPEG, que é aceito pela maioria dos programas de análise de imagem.

As imagens foram analisadas através da metodologia de contagem de pontos, que se baseia na contagem de pontos aleatórios na imagem, sendo utilizado para isso o programa CPCe® (Coral Point Count with Excel Extensions; Kohler & Gill, 2006) onde cada estrutura ou organismo sob os pontos amostrais são contados, estimando a densidade das espécies ou grupos taxonômicos em cada quadro (e.g. corais, esponjas, macroalgas, algas calcárias, etc.) (Figura 2.6). Para isso foram gerados 20 pontos aleatórios em cada imagem para que houvesse menor probabilidade de sobreposição de pontos, evitando que espécies fossem contabilizadas mais de uma vez.

As espécies foram identificadas até o menor nível taxonômico possível com a ajuda de guias de identificação. Quando não foi possível identificar alguma espécie a imagem foi enviada para especialistas, persistindo a dificuldade de identificação até o nível de espécie, algumas foram mantidas no nível de gênero enquanto outras, de maior dificuldade de identificação, foram morfotipadas (e.g. esponjas foram morfotipadas em esponja sp.1, esponja sp.2 e assim sucessivamente). Através de uma grade de espécies ou grupos que comumente ocorrem no local, previamente editada no programa CPCe®, foi

possível identificar em cada ponto gerado na imagem cada indivíduo ou substrato com maior facilidade. O Programa CPCe® salva os dados em um arquivo com extensão “.CPC” para cada imagem, detalhados no arquivo cada um dos pontos e sua respectiva entrada na grade de espécies. Tal procedimento foi repetido para cada uma das 50 imagens aleatórias geradas no transecto.

Figura 2.6 - Aspecto do programa CPCe® mostrando um fotograma de Sebastião Gomes.

Ao final da análise das 50 imagens de cada ponto, foi utilizada a função “Gerar Planilha do Excel” do CPCe®, que gera uma planilha com o “n” de pontos correspondente a cada espécie, grupo ou substrato não consolidado, bem como a porcentagem de ocorrência dos mesmos.

Os dados foram tabulados e organizados através do programa Microsoft Excel® utilizando para isso a função “tabela dinâmica”, que facilita as entradas de dados e a posterior organização dos mesmos conforme as necessidades de análise.

Foram calculados o total do “n” de pontos para cada espécie e para cobertura de fundos inconsolidados, bem como a porcentagem de cobertura dos mesmos em cada estação. Foi calculada também a porcentagem de cobertura para grandes grupos, tendo sido eles: Corais, Octocorais, Hidrocorais, Zoantídeos, Algas Calcárias Incrustante, Algas Frondosas, Algas Filamentosas, Porifera, Outros Organismos, além de Cobertura Abiótica. Foi calculada a média e o desvio padrão das espécies e dos grandes grupos para cada área.

De posse dos dados brutos foram aplicadas análises estatísticas multivariadas. As estações foram separadas conforme suas características e regiões da seguinte maneira: Análise do Banco em Mesoescala com as estações Besnard e Análise dos recifes em Microescala nos recifes Itacolomis, Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi calculado para cada estação, bem como o índice de equitabilidade de Pielou (J'). Para cada grupo de estações foram feitas com a utilização do programa Statistica® uma Análise Fatorial de Correspondência (AFC) para verificar a correspondência entre espécies características de cada amostra (estação). Através do programa Primer® foi feita uma análise de agrupamento, tendo sido utilizado para isso a similaridade de Bray-Curtis, para verificar o quão agrupadas as estações, gerando então um Dendrograma de distância. Os dados foram transformados para raiz quadrada, a fim de assemelhar a importância das espécies verificadas (Valentin, 2000; Clarke & Warwick, 2001). As estações nas quais a cobertura foi totalmente de fundos inconsolidados (100% de areia, cascalho e rochas) foram excluídas de todas as análises.

Capítulo 3: Caracterização em mesoescala dos habitats bênticos do Banco de Abrolhos.

3.1 - Introdução

Os recifes de coral no Brasil, são distribuídos por praticamente toda sua costa, sendo limitados ao norte pela foz do rio Amazonas, por conta do alto aporte de sedimentos terrígenos e ao sul de Santa Catarina por conta das baixas temperaturas. Ambos são fatores limitantes para o crescimento dos corais. As maiores concentrações de recifes no Brasil estão no litoral da região Nordeste, do Parcel do Manuel Luiz no Maranhão ao único recife verdadeiro do Brasil, Abrolhos no sul da Bahia. Também são encontradas formações recifais em ilhas oceânicas como Fernando de Noronha, o Atol das Rocas, a Cadeia Trindade-Vitória e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Maida & Ferreira, 1997; Castro & Pires, 2001).

A plataforma continental brasileira é relativamente estreita, com uma largura média de 50 km da costa. Porém, em alguns pontos ela apresenta alargamentos, como na costa sul do estado da Bahia, onde se localiza o Banco de Abrolhos, com aproximadamente 200 km de largura em relação à costa até a quebra da plataforma (Knoppers *et al.*, 2009). Nesta região encontra-se o único complexo recifal verdadeiro de todo o Atlântico Sul e talvez seu maior *hotspot* de biodiversidade em sua porção austral (Leão, 1999).

Os recifes de Abrolhos, bem como de todo o Brasil, possuem uma grande contribuição de algas calcárias na formação do seu esqueleto, apesar da flora de áreas coralíneas do Brasil ser muito menos diversa do que em outras partes do mundo, como no Caribe (Figueiredo & Sterneck, 2000). As

principais espécies de algas calcárias encontradas no Brasil são *Hydrolithon rupestre*, *Lithophyllum stictaeforme*, *Mesophyllum engelhartii*, *Sporolithon episporum*, *Neogoniolithon brassica-florida* e *Lithothamnion crispatum*, sendo a última a mais abundante em Abrolhos (Bosence, 1983; Amado-Filho *et al.*, 2012).

Abrolhos apresenta um ecossistema de extrema importância pelo enorme grau de endemismo de suas espécies coralinas, sendo que das dezenove espécies de corais escleractíneos (i.e. formadores de recifes) encontrados em Abrolhos, seis delas são endêmicas para a região, além de duas espécies endêmicas de hidrocorais e duas de octocorais para a costa do Brasil (Leão, 1999; Castro *et al.*, 2006). Dentre os corais construtores, o principal é a espécie *Mussismilia braziliensis*, que apresenta também o maior grau de confinamento geográfico, ficando restrita à região costeira do estado da Bahia (Villaça & Pitombo, 1997; Leão, 1999). As formações recifais de Abrolhos apresentam também uma configuração distinta, única no mundo, em forma de cogumelos, chamados de 'chapeirões', que podem alcançar até 25 metros de altura e 50 metros de diâmetro no seu topo irregular (Villaça & Pitombo, 1997; Leão, 1999; Ferreira & Gonçalves, 1999; Castro & Pires, 2001; Leão e Kikuchi, 2001; Kikuchi *et al.*, 2003).

Grande parte da comunidade recifal de Abrolhos é amplamente conhecida, principalmente nos recifes rasos. Estes recifes formam os chamados Arco Costeiro, como o Parcel das Paredes e os recife dos Timbebas, Sebastião Gomes, Coroa Vermelha e Nova Viçosa, e o Arco Externo, onde se encontra o Parcel dos Abrolhos. As profundidades recifais variam de 10 metros nas áreas mais rasas do Arco Costeiro a até 25-30 metros no lado leste do

Arco Externo (Leão, 1999; Leão & Kikuchi, 2001). Porém, pouco se sabe sobre as comunidades megabênticas de fundo inconsolidado nas adjacências dos recifes, nas áreas mais profundas e mais aos extremos do Banco. Neste, Amado-Filho *et al.* (2012) apontaram o que provavelmente é o maior banco de rodolitos contínuo e um dos maiores depósitos de CaCO_3 biogênico do mundo. Tais áreas abaixo dos 30 metros de profundidade, onde a incidência luminosa é escassa, são conhecidas como ecossistemas mesofóticos e são muito pouco conhecidos não só no Brasil como em todo mundo (Kahng *et al.*, 2010; Locker *et al.*, 2010).

Assim como grande parte dos recifes ao redor do mundo, Abrolhos está sob ameaça de causas tanto naturais quanto antrópicas. Estas causas são diversas, tais como aporte de dejetos domésticos e industriais, acidificação dos oceanos, danos causados por conta do turismo e do mergulho recreativo, pesca exploratória de arrasto e fundeio de barcos em locais inapropriados (Hawkins & Roberts, 1992; Medio *et al.*, 1996; Roupal & Inglis, 1997; Wilkinson, 1999; Hughes *et al.*, 1983; Sheppard *et al.*, 2009; Burke *et al.*, 2011; Burke *et al.*, 2012). Além destas, Abrolhos também sofre ameaças de âmbito local, por conta de dragagens portuárias, aporte de sedimentos de dois rios de grande porte que além da sedimentação natural sofre com despejo provindo de indústrias de papel e celulose e a pesca de arrasto de fundo que é realizada indiscriminadamente e sem fiscalização. Outro grande problema local é a iminente exploração de petróleo na região, o que causaria danos irreversíveis pela própria exploração e riscos de acidentes e vazamentos que causariam impactos gigantescos no ecossistema, assim como o recente acidente do Golfo do México com a plataforma Deep-Water Horizon da British Petroleum (Ferreira

& Gonçalves, 1999; Leipe *et al.*, 1999; Costa Jr. *et al.*, 2000; Moura, 2000; Werner *et al.*, 2000; Leão & Kikuchi *et al.*, 2005; Dutra *et al.*, 2006; Burke *et al.*, 2011).

A necessidade de se estudar áreas de maiores profundidades do Banco de Abrolhos se faz por conta da escassez de informações quanto às comunidades mesofóticas e seu papel ecológico na manutenção do ecossistema do mesmo. O entendimento de tais áreas e do Banco de Abrolhos como um todo é de suma importância para a conservação do ecossistema local, ameaçado por diversos fatores: 1. Pressão crescente de grandes empresas para exploração de óleo e gás; 2. Pesca extrativista predatória; 3. Turismo; 4. Sedimentação decorrente de dragagens portuárias, em especial para transporte de madeira da Aracruz Celulose; 5. Incertezas quanto aos possíveis efeitos do aquecimento global e acidificação dos oceanos (Hughes *et al.*, 1983; Leão & Kikuchi, 2005).

3.2 - Objetivos específicos

1. Caracterizar, em mesoescala (dezenas de quilômetros), os habitats e a comunidade megaepibêntica através de imagens submarinas obtidas com *ROV* do Banco de Abrolhos;
2. Realizar um levantamento da zona mesofótica, e dos bancos de rodólitos, para que se possa ter conhecimento deste ecossistema pouco estudado na região.

3.3 - Resultados

3.3.1 - Levantamento da comunidade megaepibântica

Dos 20 pontos de coleta inicialmente planejados durante o cruzeiro a bordo do *N. Oc. Prof. W. Besnard*, não foi possível realizar a coleta dos dados de vídeo em dois deles. Nos pontos 53, a Nordeste do Banco, e 39, no centro do Banco, a missão de filmagem com o ROV foi cancelada devido ao mau tempo, grande agitação do mar e presença de grandes rochas (no ponto 53) e chapeirões de até 8 metros de altura (no ponto 39). Isso colocou em risco a perda ou danificação do equipamento de filmagem por serem estruturas com as quais o ROV poderia se chocar. Em outros dois pontos (ponto 49 no centro do Banco e ponto 34 no Sudeste do Banco), apesar de as filmagens terem sido bem sucedidas, não foi possível realizar uma análise precisa do fundo e uma identificação segura das espécies por conta da alta turbidez da água. Nessas, apenas poucos fotogramas gerados possuíam qualidade mínima necessária para análise, o que geraria uma subamostragem, diminuindo a confiabilidade dos dados obtidos. O que se pôde notar foi a predominância de fundo arenoso na estação 49 e de grande presença de rodólitos na estação 34.

Na grande maioria das estações analisadas, houve um predomínio de fundos inconsolidados na cobertura bântica (ca. 62%), principalmente fundos arenosos de origem carbonática. Em três estações (37, 40 e 51), em todos os pontos analisados a cobertura de fundo inconsolidado foi de 100%, sendo que em outras seis estações (26, 38, 50, 52, 60, 61) a cobertura de fundo arenoso foi maior do que 90% nos pontos analisados (Figura 3.1). Concomitante à areia, foram amostrados também pontos cobertos por cascalho, rochas minerais e rochas carbonáticas, porém estes em menor proporção. As estações

onde o fundo foi principalmente arenoso foram as localizadas mais próximas à costa e no interior do Banco, próximas aos recifes do Arco Costeiro e no canal entre este e o Arco Externo (Figura 3.2).

Figura 3.1 - Fotograma da estação 51 mostrando o fundo arenoso com presença de galerias de invertebrados da infauna.

A análise de cobertura viva, foi dividida inicialmente em grandes grupos: Coral, Octocoral, Hidrocoral, Zoantídeos, Algas Frondosas, Algas Filamentosas, Alga Calcária Incrustante, Porífera e Outros Organismos. Dentre estes, o grupo que apresentou maior ocorrência foram as Algas Calcárias Incrustantes (ca. 74% do total de indivíduos vivos encontrados), tendo ocorrido em mais de 70% dos pontos analisados em 6 estações de coleta (35, 36, 41, 48, 54 e 59) (Figura 3.3). Na estação 34, onde a análise dos vídeos não foi possível de ser realizada, pôde-se notar que esta possuía uma grande cobertura de algas

calcárias. As estações onde houve grande presença de algas calcárias foram as localizadas na parte mais externa do Banco, próximas à quebra da plataforma e com profundidades um pouco maiores, em sua maioria abaixo dos 50 metros.

Figura 3.2 - Mapa da distribuição do tipo de fundo, mostrando as estações onde houve predominância de areia ou de bancos de rodólito
(Fonte da imagem: Conservação Internacional)

Dentre os outros grupos de seres vivos além dos rodolitos, os de maior incidência foram as macroalgas e algas filamentosas (ca. 1,7% e ca. 1,5%, respectivamente), com uma pequena contribuição também das esponjas (~0,6%) e dos octocorais (~0,4%) (Figura 3.4). Os corais escleractíneos foram responsáveis por apenas 0,3% da cobertura total analisada, sendo que apenas foram identificadas três espécies *Montastrea cavernosa*, *Siderastrea* spp. e *Meandrina braziliensis*. A espécie *M. cavernosa* foi encontrada em 4 estações (41, 48, 54 e 59), enquanto as outras duas ocorreram em apenas uma estação cada (*M. braziliensis* na estação 38 e *S. stellata* na estação 59). Dentre os octocorais, ocorreram apenas duas espécies, *Lophogorgia punicea* e *Neospongodes atlantica*, ambas em uma estação cada. A espécie *N. atlantica* foi a mais representativa, com 6% do total de pontos analisados na estação 50.

Figura 3.3 - Fotograma mostrando um banco de rodolitos na estação 59 ao norte do Banco de Abrolhos.

As espécies de algas que ocorreram foram *Dictyopteris* spp., *Dictyota* spp., *Lobophora variegata*, *Sargassum* spp., *Stypopodium* sp. e *Udotea* spp., em 6 estações (35, 48, 52, 54, 59 e 61). As de maior ocorrência foram *Sargassum* spp., *Lobophora variegata* e *Dictyota* spp., sendo a primeira a que mais foi contabilizada (ca. 1,2%). Algas filamentosas também ocorreram em grande quantidade, principalmente na estação 25. As únicas espécies de esponjas que foram possíveis identificar até gênero foram *Callyspongia* e *Ircinia*, sendo as outras apenas morfotipadas. As esponjas representaram apenas 0,5% do total de cobertura, sendo *Callyspongia* e *Ircinia* as de maior ocorrência (ca. 0,4% ambas). Dentre outros organismos, foram contabilizados algumas estrelas, penatuláceos e hidróides, os quais não foram possíveis de identificar com segurança (Figura 3.5) (Tabela 3.1).

Figura 3.4 - Gráfico da Porcentagem média de ocorrência de grandes grupos na totalidade das 20 estações de coleta a bordo do N. Oc. Prof. W. Besnard

Figura 3.5 - Gráfico da porcentagem de ocorrência de grandes grupos em cada uma das estações para o estudo em Mesoescala.

Tabela 3.1 - Número de espécies em cada estação de coleta a bordo do N. Oc. Prof. W. Besnard.

	Estação 25	Estação 26	Estação 35	Estação 36	Estação 37	Estação 38	Estação 40	Estação 41	Estação 48	Estação 50	Estação 51	Estação 52	Estação 54	Estação 59	Estação 60	Estação 61	Total
Alga calcárea incrustante																	
Rodolito spp.			929	278		156		838	909				878	711			4699
Algas Frondosas																	
<i>Dictyopteris</i> spp.														6		8	14
<i>Dictyota</i> spp.														16			16
<i>Lobophora variegata</i>													3	29			32
<i>Sargassum</i> spp.												1		191			192
<i>Styopodium</i> sp.														5			5
<i>Udotea</i> spp.			5						1								6
Algas Filamentosas																	
Turf	110												95		14		219
Cyanobacteria spp								21									21
Coral																	
<i>Meandrina braziliensis</i>						1											1
<i>Montastrea cavernosa</i>								13	3				2	13			31
<i>Siderastrea stellata</i>														19			19
Porifera																	
<i>Callyspongia</i> sp.	55																55
Esponja sp.1	8																8
Esponja sp.5	6					1											6
<i>Ircinia</i> sp.						6								1			7
Esponja Desconhecida				2													2
Octocoral																	
<i>Lophogorgia punicea</i>			1														1
<i>Neospongodes atlantica</i>										59							59
Outros Organismos																	
<i>Discosoma carlgreni</i>										4							4
Hyroida spp.	65		5	7								4					81
Penatulacea spp.		1		1													2
Asteroidea spp.	4																4
Total	248	1	940	288	0	164	0	872	913	63	0	5	978	991	14	8	5484

3.3.2 - Análise dos dados

As maiores diversidades epifaunais (H') foram encontradas nas estações 25, 52 e 59, enquanto que nas estações 26, 37, 40, 51, 60 e 61 apenas uma ou nenhuma espécie foi observada. A equitabilidade de Pielou (J') também foi maior nas estações 25, 52 e 59 (Figura 3.6).

Figura 3.6 - Gráfico da Diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J') das estações da Campanha do N.Oc. Prof. W. Besnard, agrupadas em Estações de Areia (25-61) e Estações de Bancos de Rodolito (35-59).

O cálculo da similaridade de *Bray Curtis* resultou num agrupamento com mais de 50% de similaridade entre as estações 59, 54, 41, 35 e 48, sendo que as duas últimas apresentaram mais de 90% de similaridade entre si devido à presença de rodolitos (Figura 3.8). Pela grande cobertura abiótica e a presença de espécies esparsas, não houve similaridade entre a maioria das outras estações. Estas foram destacadas na maioria com menos de 40% de similaridade e em certos casos como as estações 25, 50 e 60, com 100% de diferença. As estações 36 e 38 formaram um agrupamento com aproximadamente 75% de similaridade, sendo que em ambas foram observadas algas calcárias, porém em menor proporção.

Figura 3.8 - Gráfico da análise de agrupamento (similaridade de *Bray Curtis*) entre as estações onde ocorreram grande quantidades de rodolitos.

3.4 - Discussão

Estudos recentes realizados em Abrolhos por Amado-Filho *et al.* (2012), apontaram o que pode ser o maior banco contínuo de rodólitos do mundo. Tal estudo corrobora os resultados do referido trabalho, o qual evidenciou uma enorme quantidade de algas calcárias principalmente nas extremidades do banco. Levando em consideração uma espacialidade e uma continuidade nos espaços entre estações, é possível reafirmar a presença de tal banco de rodólitos. Tais formações, presentes principalmente em profundidades entre 50 e 60 metros, configuram formações recifais da zona mesofótica, sendo que estas ocorrem por definição abaixo dos 30 metros (Lesser *et al.*, 2009, Hinderstein *et al.*, 2010; Kahng *et al.*, 2010).

Em Abrolhos, ocorre uma grande sedimentação, o que aumenta a turbidez da água, diminuindo a incidência luminosa em maiores profundidades. Isso se dá principalmente por conta da presença da foz de dois rios na região, os quais depositam sedimentos siliciclásticos de origem terrígena (Leão & Ginsburg, 1997; Leão, 1999; Leipe *et al.*, 1999; Dutra *et al.*, 2006). Tal diminuição da incidência luminosa, diminui a profundidade considerada para a ocorrência de recifes mesofóticos, sendo que em Abrolhos estes podem ser considerados a partir de 20-25 metros.

Conforme ocorre aumento da profundidade, a biodiversidade coralínea diminui, principalmente por causa da diminuição da fotossíntese pelas zooxantelas, já que a luz é um fator limitante para tal (Kahng *et al.* 2010; Lesser *et al.*, 2010). Apenas algumas espécies de corais pétreos possuem a capacidade sobreviver com menor incidência luminosa, o que explica a ocorrência de um número restrito de espécies em maiores profundidades.

Para Lesser *et al.* (2010), a luz é o mais importante componente da produtividade, fisiologia e ecologia dos corais. A espécie de maior ocorrência na área estudada foi *Montastrea cavernosa*, tendo sido observada sempre em profundidades abaixo de 30 metros. Ainda segundo Lesser *et al.*, 2010, a fotoaclimação de *M. cavernosa* é uma das mais eficientes dentre todos os corais, sendo que esta possui diversos mecanismos que contribuem para seu sucesso adaptativo em grandes profundidades. Dentre os principais métodos adaptativos da *M. cavernosa* para sobreviver em grandes profundidades, Lesser (2010) destaca o aumento da concentração de clorofila nas colônias, a fim de promover uma maximização da taxa de fotossíntese realizada pelas zooxantelas; a organização da colônia em forma de placas planas e o escurecimento dos pólipos para aumentar a área de captação de radiação solar e diminuir a reflexão da luz, gerando uma máxima absorção da mesma; e mudança da fonte de nutrição conforme a profundidade, diminuindo a fotossíntese e aumentando a heterotrofia pelo aumento da taxa de predação de indivíduos do zooplâncton pelos pólipos.

Um estudo realizado por Kahng *et al.* (2012) indica que a incidência luminosa não é o principal fator para o sucesso dos corais na zona mesofótica, mas sim a temperatura. Isso se dá por conta principalmente da variação térmica a qual certas profundidades estão sujeitas, como a entrada de correntes frias e o aparecimento de termoclinas sazonais. É sabido que corais duros são sensíveis não só a baixas temperaturas, mas principalmente a grandes variações térmicas. Mesmo os fatores que seriam considerados como ótimos para o crescimento coralíneo, como uma menor influência do hidrodinamismo e de ações antropogênicas diversas, não são suficientes para

garantir um sucesso adaptativo de espécies de antozoários em detrimento da baixa luminosidade e temperatura (Menza *et al.*, 2007; Slattery *et al.*, 2011; Kahng *et al.*, 2012; Slattery & Lesser, 2012).

Mesmo com todas estas adaptações dos corais para serem bem sucedidos em ambientes de baixa incidência solar, e considerando ambos os fatores, luz e temperatura em conjunto, a biodiversidade dos mesmos é consideravelmente menor em comparação aos recifes rasos. Ecossistemas recifais mesofóticas em Abrolhos são primordialmente formados por algas calcárias, sendo que nas zonas abaixo dos 30 metros, como observado neste estudo, somente são relatadas poucas colônias de *Montastrea cavernosa*, *Siderastrea* spp. e *Mussismilia hispida*. Esta última, apesar de não ter sido observada em nenhuma das estações estudadas no presente trabalho, foi reportada por Amado-Filho *et al.* (2012). O outro coral hermatípico observado além de *M. cavernosa* e *Siderastrea* spp. foi *Meandrina braziliensis*, porém em uma única estação aos 23 metros de profundidade, o que corrobora a afirmação de que apenas os outros dois ocorrem na zona mais profunda.

As estações com cobertura predominante de areia foram menos diversas pois, diferente dos bancos de rodolitos observados nas estações mais externas do Banco, estas suportam menos comunidades de megafauna, provendo uma quantidade muito menor de microhábitats. Nestas, a presença de macroalgas isoladas e de alguns octocorais, esponjas e hidróides, não apresenta um padrão de distribuição definido de fauna e flora, sendo que tais ocorrências mostraram-se apenas ao acaso. A maior diversidade das estações de areia foi observada na estação 25, onde ocorreu uma grande quantidade de algas filamentosas, bem como hidróides e esponjas, estas últimas

apresentando grande dominância e maior diversidade em zonas mais profundas do que em zonas rasas (Slattery & Lesser, 2012).

As estações de fundo arenoso não tiveram um padrão de cobertura megabêntica. Isso fez com que a similaridade entre elas fosse praticamente nula, sendo que em muitas estações foi possível identificar apenas uma ou duas espécies de fauna ou flora, além de estações onde foram observados apenas elementos de substrato inconsolidado. A falta de microhabitats de substrato consolidado de maior complexidade nessas estações provavelmente impede a instalação de uma comunidade melhor estruturada, sendo que apenas indivíduos esparsos puderam ser observados.

Assim como observado por Slattery & Lesser (2012), na chamada “zona mesofótica rasa”, que compreende dos 30 aos 60 metros, há a ocorrência de uma comunidade fital muito mais diversa e extensa do que na “zona mesofótica profunda” (>60 m). A estação 59, localizada a 30 metros de profundidade, apresentou uma alta diversidade de algas, com 5 espécies presentes, reafirmando tal hipótese, sendo esta a mais rasa das estações dominadas por rodólitos. Creed & Amado-Filho (1999) reafirmam a importância das macroalgas bentônicas em ambientes recifais. Estas possuem grande importância por atuarem na diversidade, produção e estabilidade ecológica em ambientes tanto de substrato inconsolidado como em substratos duros, onde encontram maior área de fixação, seja esta em rochas minerais ou carbonáticas provenientes de organismos produtores destas, como corais ou, no caso, algas calcárias.

As formações recifais de Abrolhos possuem uma contribuição muito grande de algas calcárias na formação de seu arcabouço, sendo em muitos

casos estas as principais formadoras de recifes em detrimento dos corais (Villaça & Pitombo, 1997; Figueiredo & Sterneck, 200). Isso mesmo com o fato de rodolitos serem menos estáveis por conta de seu formato, obtido pelo rolamento dos mesmos devido à ações hidrodinâmicas nos mesmos, provocando uma menor heterogeneidade sazonal nos mesmos por conta de sua instabilidade. Este estudo mostrou que estas dominam as extremidades do Banco de Abrolhos e formam um dos maiores depósitos mundiais de CaCO_3 biogênico, com uma área de aproximadamente 21 mil quilômetros quadrados, área esta comparável à Grande Barreira de Corais da Austrália (Amado-Filho, 2012). Tal área necessita de planos de manejo e conservação muito bem elaborados para proteger esse ecossistema tão rico e pouco estudado até o momento e que se encontra tão ameaçado.

Capítulo 4: Caracterização de dois tipos de recife em microescala de Abrolhos: os rasos Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos e o mesofótico Itacolomis

4.1 - Introdução

Recifes mesofóticos são encontrados em profundidades maiores que 30 a 40 metros em locais de águas mais claras ou até menos em águas mais turvas. Podem alcançar profundidades máximas de até 150 metros, ou o limite da camada fótica em algumas regiões (Kahng *et al.*, 2010). Estes representam muitas vezes uma extensão das comunidades rasas próximas, sofrendo reflexos da variação de fatores ecológicos como disponibilidade de alimento e incidência luminosa (Slattery & Lesser, 2012). Para Hinderstein *et al.* (2010), as comunidades mesofóticas funcionam como refúgio para espécies dos recifes rasos, pois possuem conectividade física, química e biológica, sendo extensões dos mesmos. Nesta hipótese, chamada de “Refúgio dos Recifes Profundos” (*Deep Reef Refugia* no termo em inglês), tais locais garantiriam recursos e proteção para a manutenção da biodiversidade local. Isso devido à estabilidade relacionada a maiores profundidades, onde o impacto do hidrodinamismo e de agentes antrópicos comuns em áreas costeiras ou mais rasas é menor (Menza *et al.*, 2007; Hinderstein *et al.*, 2010; Bongaerts *et al.*, 2010). Porém, apesar de não sofrer danos diretos, os recifes localizados em áreas profundas podem sofrer indiretamente por distúrbios naturais, por exemplo com sedimentação causada por impactos de tempestades ou ondas, doenças que normalmente afligem corais e até algumas ocorrências de espécies invasoras. Reflexos de ações antropogênicas como pesca excessiva,

excesso de deposição de nutrientes e matéria orgânica e impactos globais como aquecimento e acidificação dos oceanos também são importantes (Bongaerts, *et al.*, 2008; Bongaerts *et al.*, 2010).

O estudo dos recifes de águas mais profundas apresenta diversas dificuldades e, por conta disso, a quantidade de informações sobre seu funcionamento e dinâmica ainda é escassa (Puglise *et al.*, 2009). O acesso por meio de equipamentos de mergulho autônomo tradicionais (SCUBA) é limitado, necessitando portanto que haja treinamentos específicos de mergulho técnico, com misturas diferentes de gases e equipamentos *rebreathers*. Tais técnicas exigem do mergulhador muito treino e experiência, além de uma gama maior de equipamentos muitas vezes específicos e caros, tais como tecnologias de aquisição de dados remotas, como sonares, veículos submersíveis autônomos (AUVs), veículos submersíveis tripulados (HOVs) e veículos submersíveis de operação remota (ROVs) (Singh *et al.*, 2004; Lam *et al.*, 2006; Lirman *et al.*, 2007; Menza *et al.*, 2007; Armstrong *et al.*, 2008; Gleason *et al.*, 2010; Locker *et al.*, 2010).

A pesquisa envolvendo ROVs (*Remotely Operated Vehicles* na sigla em inglês) permite que se faça uma coleta de dados durante um período mais longo e em profundidades muito maiores do que as atingidas através de mergulho autônomo, onde há um limite de tempo e de profundidade para manter-se submerso, além do risco da operação envolvendo pessoas em áreas tão profundas. Além disso, a utilização de ROVs permite que se mantenha um registro visual permanente da região a ser estudada. Tal método de estudo tem sido muito utilizado devido sua facilidade de operação, sendo porém restrito ao

alcance operacional pelo cabo “umbilical” (Hill & Wilkinson, 2004; Lam *et al.*, 2006; Lirman *et al.*, 2007; Parry *et al.*, 2002).

No Banco de Abrolhos, os recifes mesofóticos estão situados principalmente na porção norte do banco. Estes são formados principalmente por bancos de rodólitos e estão situados em profundidades entre 25 e 90 metros (Moura *et al.*, submetido). Ao norte do Banco se encontram os recifes Itacolomis, formados principalmente por bancos de algas calcárias e com uma baixa diversidade de corais escleractíneos (Castro *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2008; Francini-Filho *et al.*, 2013). Tal recife possui grande parte localizada na zona mesofótica pouco conhecida e seu estudo é necessário para entender a conectividade entre as zonas rasas e profundas do Banco de Abrolhos, a fim de preservar esse ecossistema tão rico e tão ameaçado.

4.2 - Objetivos Específicos

1. Caracterizar o recife Itacolomis em sua zona mesofótica quanto à comunidade bentônica.
2. Caracterizar os recifes rasos Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos quanto às suas comunidades bentônicas
3. Realizar uma comparação entre a cobertura bentônica de dois tipos de recifes, rasos e mesofóticos.

4.3 - Resultados

4.3.1 - Levantamento da cobertura megaepibêntica

As estações de coleta em microescala, ficaram limitadas a três recifes, os rasos Sebastião Gomes (Figura 2.3, pág. 16) e Parcel dos Abrolhos (Figura 2.4, pág. 17) e o mesofótico Itacolomis (Figura 2.5, pág. 19). Sebastião Gomes situa-se no Arco Costeiro, enquanto o Parcel dos Abrolhos situa-se no Arco Externo, próximo ao Arquipélago dos Abrolhos, dentro do Parque Estadual Marinho dos Abrolhos. Os recifes Itacolomis se situam na extremidade norte do Banco. No recife de Sebastião Gomes, em quatro estações, os vídeos coletados foram em profundidades entre 2 e 7 metros e na estação do Parcel dos Abrolhos a profundidade foi de aproximadamente 18 metros. Já nos Itacolomis houve uma maior variação de profundidade entre as estações, que permaneceu entre 25 a 40 metros.

Considerando-se todas as estações estudadas, houve maior cobertura por organismos (66,5%) em relação a substratos não colonizados (i.e. abióticos). Dentre as feições abióticas encontradas, nos recifes Itacolomis a maior parte da cobertura foi composta por areia carbonática biogênica, enquanto nos recifes de Sebastião Gomes e do Parcel dos Abrolhos, além de areia carbonática, foram contabilizadas muitas rochas carbonáticas provindas dos recifes e paredes dos chapeirões sem cobertura viva.

As bordas dos recifes analisados foram compostas por areia carbonática, o que fez com que parte dos pontos amostrados tivesse uma grande quantidade de substrato inconsolidado. As estações N5, N17, N18 e N19 dos Itacolomis e as estações ao Sul de Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos, foram as que apresentaram maior quantidade de fundos não

colonizados por organismos, compreendendo 50% ou mais do total da cobertura das imagens (Figura 4.1). Sedimentos arenosos comportaram um tipo de comunidade distinto, composto por macroalgas, esponjas e outros tipos de cnidários, como o coral alcionáceo *Neospongodes atlantica*, encontrado em grande quantidade na extremidade arenosa a oeste dos chapeirões no Parcel dos Abrolhos (Figura 4.2). Sendo assim, na estação do Parcel houve uma grande cobertura arenosa e de rochas carbonáticas e paredes de chapeirão sem cobertura de organismos megaepilíticos, resultando em uma maior porcentagem de feições abióticas na cobertura analisada. Quanto a indivíduos do megabentos, estes foram primeiramente agrupados em: Alga calcária incrustante; Algas frondosas; Algas filamentosas; Coral; Hidrocoral; Octocoral; Porifera; Zoantídeos e Outros organismos.

Em relação à cobertura viva, os recifes Itacolomis foram amplamente dominados por algas calcárias, formando extensos bancos de rodolitos, com cobertura média de 48% (Figura 4.3). O grupo das macroalgas foi o segundo mais abundante, com aproximadamente 17% da cobertura, formada principalmente por *Lobophora variegata*, *Dictyopteris* spp. e *Stypopodium* spp. Também foram registradas *Dictyosphaeria cavernosa*, *Dictyota* spp., *Sargassum* spp. e *Udotea* spp., porém em menor quantidade.

Figura 4.1 - Gráfico da porcentagem de ocorrência de grandes grupos em cada uma das estações dos Recifes Itacolomis (Ita), Sebastião Gomes (SGT) e no Parcel dos Abrolhos

Figura 4.2 - Fotograma mostrando a borda arenosa ao redor de um chapeirão no Parcel dos Abrolhos com a presença do alcionáceo *Neospongodes atlantica* (seta).

Algumas esponjas foram encontradas nos Itacolomis (~4%), porém poucas puderam ser identificadas seguramente. As identificadas até gênero foram *Aplysilla*, *Aplysina*, *Cliona* e *Monanchora*. Além destas, cinco outras espécies foram morfotipadas como Esponjas 1-5.

Apenas duas espécies de coral foram encontradas, *Meandrina braziliensis* na estação N17 e *Siderastrea* spp. na estação N3. Ambas espécies não chegaram a somar 1% da cobertura total dos Itacolomis. Nenhum octocoral, hidrocoral, zoantídeo ou alga filamentosa foi detectado, apenas algumas anêmonas, hidróides e ascídeas que foram agrupados como “outros organismos”.

Figura 4.3 - Gráfico da porcentagem média e ocorrência de grandes grupos da totalidade de estações dos recifes mesofóticos Itacolomis.

Os recifes rasos apresentaram menor cobertura de fundos não vivos, com apenas 31% do total, sendo a maior parte nas estações Sebastião Gomes Sul e Parcel dos Abrolhos, onde o transecto de vídeo começou na extremidade recifal composta por fundo arenoso. Os grupos mais abundantes foram as macroalgas, octocorais e zoantídeos (Figura 4.4). O recife Sebastião Gomes foi o que apresentou maiores diferenças entre suas estações. A estação Leste é amplamente dominada por macroalgas. A estação Norte teve uma grande quantidade de macroalgas e de octocorais. As estações Oeste e Sul tiveram grande contribuição do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na sua cobertura bêntica (ver Figura 4.1, pág. 50)

Figura 4.4 - Gráfico da porcentagem média de ocorrência de grandes grupos nas estações rasas dos recifes de Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos.

As macroalgas, com média de 23%, foi o grupo com maior frequência de ocorrência, especialmente em Sebastião Gomes Leste onde quase 80% da cobertura foi composta por essa espécie (Figura 4.5). Dentre as espécies mais abundantes podemos citar *Udotea* sp., *Dictyota* spp., e *Sargassum* spp.. Também foram contabilizadas, em menor quantidade, algas do gênero *Caulerpa* na área arenosa da estação do Parcel dos Abrolhos e, em Sebastião Gomes, as espécies *Ochtodes secundiramea*, *Hallimeda* sp., *Penicillus* sp. e *Dictyosphaeria cavernosa*. Outras algas menos comuns e que não constavam previamente na grade de espécies do programa CP Ce® foram agrupadas como “outras algas frondosas”.

Figura 4.5 - Fotograma da estação Sebastião Gomes Leste dominada por macroalgas, podendo-se observar as espécies *Udotea* sp. (UD), *Sargassum* spp. (SG), *Dictyota* spp. (DT) e *Ochtodes secundiramea* (OC).

Octocorais foram o segundo grupo em abundância (ca. 15%), sendo mais frequentes em Sebastião Gomes Norte e Leste e no Parcel dos Abrolhos. As espécies mais importantes foram *Phyllogorgia dilatata*, *Plexaurella grandiflora* nos topos de recife e *Neospongodes atlantica* nos fundos arenosos. Também foram contabilizadas algumas gorgônias da espécie *Muriceopsis sulphurea* e *Plexaurella regia*. A única estação onde não foi encontrada nenhuma espécie de octocoral foi Sebastião Gomes Oeste.

Dentre os Hexacorallia, foram encontradas 5 espécies de corais hermatípicos e uma de zoantídeo. Os corais contabilizados foram *Montastrea cavernosa*, *Mussismilia braziliensis*, *Mussismilia harttii*, *Siderastrea* spp. e *Agaricia fragilis* (esta última sendo a menos abundante) (Tabela 4.1). Estas

ocorreram apenas em 3 estações, Sebastião Gomes Sul e Oeste e no Parcel dos Abrolhos. Os zoantídeos da espécie *Palythoa caribaeorum* foram os organismos mais comuns nos recifes rasos, com presença nas estações Sebastião Gomes Norte e, em maior abundância, em Sebastião Gomes Sul e Oeste. Aproximadamente 7% dos corais estavam branqueados, especialmente *Montastrea cavernosa*. O zoantídeo *Palythoa caribaeorum* apresentou a maior incidência de branqueamento com cerca de 31% das colônias afetadas.

Dos demais organismos, os mais abundantes foram algas calcárias, encontradas no recife de Sebastião Gomes (ca. 5%) e algas filamentosas encontradas principalmente nas estações do Parcel dos Abrolhos e em Sebastião Gomes Oeste (ca. 4%). Nas estações Sebastião Gomes Leste e Sul foram observados alguns poucos corais-de-fogo do gênero *Millepora*. Esponjas dos gêneros *Cliona* e *Callyspongia* foram observadas em baixa quantidade nas estações Sebastião Gomes Norte e no Parcel dos Abrolhos. No grupo de outros organismos, foram encontradas apenas algumas colônias de briozoários na estação Sebastião Gomes Oeste.

Tabela 6: Número de espécies ocorrentes nas estações dos recifes Itacolomis, Sebastião Gomes e Parcel dos Abrolhos

	Ita N11	Ita N12	Ita N16	Ita N17	Ita N18	Ita N19	Ita N3	Ita N4	Ita N5	Ita N9	Parcel Abr	SGT Leste	SGT Norte	SGT Oeste	SGT Sul	Total
Alga calcárea incrustante																
Rodolito spp.	893	957	509		42		581	451	371	437		14	126	84	3	4468
Algas Frondosas																
Caulerpa spp.										30						30
Dictyopteris spp.	65	18		8		8	68	20	1	418					1	607
Dictyosphaeria cavernosa	7		6												92	105
Dictyota spp.		1										213	76		2	292
Halimeda spp.														21	5	26
Lobophora variegata			414				7	432		1						854
Ochtodes secundiramea												15				15
Penicillus spp.													18			18
Sargassum spp.			46									154	104		4	308
Stypopodium spp.	27	6					10	19		125						187
Udotea spp.					1			4			9	245	4	2		265
Outra alga frondosa												155				155
Algas Filamentosas																
Cyanobacteria spp											1			3		4
Turf											130		7	55	35	227
Coral																
Agaricia fragilis														4		4
Meandrina braziliensis				2												2
Montastrea cavernosa											22			94	33	149
Mussismilia braziliensis											9			55		64
Mussismilia harttii														47	3	50
Siderastrea stellata							29							33		62
Coral de fogo																
Millepora alcicornis															2	2
Millepora braziliensis												3				3

Tabela 6: Continuação

	Ita N11	Ita N12	Ita N16	Ita N17	Ita N18	Ita N19	Ita N3	Ita N4	Ita N5	Ita N9	Parcel Abr	SGT Leste	SGT Norte	SGT Oeste	SGT Sul	Total
Esponjas																
<i>Aplysilla rosea</i>				11												11
<i>Aplysina</i> sp.					5											5
<i>Callyspongia</i> sp.																0
<i>Cliona</i> sp.				4							1					5
<i>Ircinia</i> sp.													2			2
<i>Monanchora</i> sp.				14												14
Esponja sp.1				258	10		34									302
Esponja sp.2				48												48
Esponja sp.3				17												17
Esponja sp.4				5												5
Esponja sp.5				4												4
Octocoral																
<i>Muriceopsis sulphurea</i>												12	11			23
<i>Neospongodes atlantica</i>											159					159
<i>Phyllogorgia dilatata</i>											12	63	303		37	415
<i>Plexaurella grandiflora</i>												86	90			176
<i>Plexaurella regia</i>													2			2
Outros Organismos																
Actinaria sp.		3														3
Ascidaceae spp.	1															1
Bryozoa spp.														12		12
Hydroida spp.				8			21									29
Zoantídeo																
<i>Palythoa caribaeorum</i>													23	341	296	660
Total	993	985	975	379	58	8	750	926	372	981	373	960	766	751	513	9790

4.3.2 - Análise dos dados

As estações de coleta do recife de Sebastião Gomes apresentaram as maiores diversidades, com o menor valor registrado na estação do Transecto Sul (1,437), e similar ao encontrado na estação do Parcel dos Abrolhos (Figura 4.6). Com a maioria das estações dominadas por algas calcárias, a diversidade nas estações do Itacolomis foram menores, sendo que o maior valor foi de 1,221 para a estação N17 e próximo de zero nas estações N5 e N2. A estação N19, dominada por areia, apresentou apenas uma espécie de macroalga (*Dictyopteris* spp.). O índice de equitabilidade de Pielou (J') foi maior nas estações de Sebastião Gomes e, conseqüentemente, as espécies apresentaram distribuições mais uniformes entre os diferentes pontos amostrados.

Figura 4.6 - Gráfico da Diversidade de Shannon-Wiener (H') e de Equitabilidade de Pielou (J') para as estações dos recifes Sebastião Gomes (SGT), Parcel dos Abrolhos e Itacolomis (Ita).

O cálculo da similaridade de *Bray Curtis* entre as estações evidenciou um agrupamento com mais de 50% de similaridade entre as estações dos recifes Itacolomis, com exceção das estações N17 e N19, totalmente separadas no agrupamento e a estação N18 com pouco mais de 10% de similaridade entre as outras (Figura 3.7). As maiores similaridades entre estações foram entre N11 e N12 e entre N4 e N16, sendo estas de aproximadamente 90%. As estações N17 e N19 se distanciaram pela presença de fundo arenoso, dada a sua localização na borda recifal dos Itacolomis. Entre

os recifes considerados rasos, a maior similaridade foi entre as estações Sebastião Gomes Sul e Oeste, estas com 60% de semelhança entre si. A estação do Parcel dos Abrolhos ficou separada no agrupamento, apresentando baixa semelhança, com pouco mais de 15% das estações Sul e Oeste do Sebastião Gomes.

Figura 4.7 - Gráfico da análise de agrupamento (similaridade de *Bray Curtis*) entre as estações de coleta dos recifes Itacolomis (Ita), Sebastião Gomes (SGT) e Parcel dos Abrolhos

Realizada a análise fatorial de correspondência (AFC) (Figura 4.8) entre espécies e estações, 4 agrupamentos foram identificados. O primeiro agrupou as estações sobre os Itacolomis com os rodólitos e as macroalgas encontradas principalmente naquele recife, *Dictyopteris*, *Stypopodium* e *Lobophora*. A estação N17 apresentou correspondência com as espécies de esponjas, estas encontradas principalmente em tal ponto. As outras macroalgas e octocorais

formaram um agrupamento com as estações Sebastião Gomes Leste e Norte, enquanto as espécies de corais e zoantídeos corresponderam às estações Sebastião Gomes Sul e Oeste e a estação do Parcel dos Abrolhos.

Figura 4.8 - Gráfico da análise fatorial de correspondência (AFC) evidenciando 4 agrupamentos no plano.

4.4 - Discussão

Os recifes rasos de Abrolhos são relativamente bem conhecidos, sendo que inúmeros trabalhos foram realizados (Villaça & Pitombo, 1997; Leão, 1999; Werner *et al.* 2000; Leão & Kikuchi, 2001; Kikuchi *et al.*, 2003; Bruce *et al.*, 2012; Francini-Filho *et al.*, 2013; Moura *et al.*, submetido). Porém, com o advento de novas tecnologias como ROVs, AUVs e técnicas de mergulho profundo com diferentes misturas gasosas (NITROX e TRIMIX), ainda é recente o estudo de recifes de maiores profundidades (Hovland *et al.*, 2002; Parry *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2004; Lam *et al.*, 2006; Armstrong *et al.*, 2008; Cruz *et al.*, 2008; Gleason *et al.*, 2009; Puglise *et al.*, 2009). Moura *et al.* (submetido) realizou um estudo mapeando todos os megahábitats do Banco de Abrolhos, ficando evidente que a área recifal da região é 21 vezes maior do que se pensava (~8800 km²).

A análise da cobertura bêntica dos recifes Itacolomis corrobora o estudo de Moura *et al.* (submetido), onde foram mapeados recifes mesofóticos na extremidade norte do Banco com predominância de algas calcárias e macroalgas, similar ao encontrado no presente estudo. Extensos bancos de rodolitos foram amostrados neste recife, que contribui para a área citada por Amado-Filho *et al.* (2012) como a maior concentração contínua de rodolitos do mundo. Nos Itacolomis encontramos duas espécies de corais hermatípicos, sendo que a mais abundante delas, *Siderastrea* spp., é reportada por Amado-Filho *et al.* (2012) como uma das espécies na região que ocorrem em profundidades abaixo dos 30 metros.

Diversos estudos na região mostraram a alta contribuição da flora recifal na formação do mesmo, seja esta flora composta por macroalgas frondosas,

algas filamentosas ou algas calcárias, estas últimas que muito contribuem na construção do esqueleto por atuarem como depositoras de CaCO_3 (Villaça & Pitombo, 1997; Creed & Amado-Filho, 1999; Figueiredo & Sterneck, 2000; Silva, 2010; Amado-Filho *et al.*, 2012; Francini-Filho *et al.*, 2013). A alta contribuição de macroalgas no recife Itacolomis se dá por conta de sua maior adaptação a maiores profundidades, sendo que em recifes mesofóticos ao redor de todo globo estas muito contribuem para sua diversidade (Puglise *et al.*, 2009; Lesser *et al.*, 2009; Kahng *et al.*, 2010; Rooney *et al.*, 2010; Sherman *et al.*, 2010). Ainda para Slattery & Lesser (2012), a comunidade de macroalgas é muito mais diversa na zona mesofótica rasa, em profundidades similares aos pontos amostrais dos Itacolomis.

A diversidade calculada para as estações dos Itacolomis foi menor que a diversidade dos recifes rasos devido à predominância de rodólitos em praticamente todas as estações. Os bancos de rodólitos, apesar de adicionarem complexidade ao hábitat em relação aos fundos arenosos, não possuem a mesma heterogeneidade ambiental gerada por recifes coralinos. Os recifes rasos estudados apresentaram comunidades sem predomínio de uma única espécie. Em contraposição, as análises multivariadas mostraram que houve alta similaridade entre as estações nos bancos de rodólitos de Itacolomis. A estação com maior diversidade foi N17, localizada na borda recifal com fundo predominantemente arenoso, porém com uma grande diversidade de esponjas. Estes organismos apresentam, em geral, alta diversidade em grandes profundidades (Lesser *et al.*, 2009; Sherman *et al.*, 2010; Slattery & Lesser, 2012) e por serem organismos filtradores se adaptam bem em águas com

grande quantidade de material em suspensão como em Itacolomis e Abrolhos (Leipe *et al.*, 1999; Castro *et al.*, 2006; Dutra *et al.*, 2006).

Estudos anteriores em comunidades recifais rasas de Abrolhos verificaram que os corais mais abundantes na região são as espécies do gênero *Mussismilia*, principalmente a endêmica *M. braziliensis* (Villaça & Pitombo, 1997; Leão, 1999; Leão & Kikuchi, 2001; Kikuchi *et al.*, 2003). Contudo, no presente estudo a espécie coralínea de maior contribuição foi *Montastrea cavernosa*, similarmente ao encontrado recentemente por Francini-Filho *et al.* (2013). A abundância de corais hermatípicos nos recifes rasos foi menor do que a de três outros grupos, sendo que a maior contribuição na cobertura recifal foi de macroalgas, seguida por octocorais e zoantídeos. Os corais tiveram média de ocorrência parecida com a de algas calcárias incrustantes. Algas filamentosas foram abundantes no Parcel dos Abrolhos, assim como evidenciou Francini-Filho *et al.* (2013) em seu estudo. Como já é amplamente sabido, os corais não são os principais organismos construtores de recife em Abrolhos, sendo que a contribuição de algas calcárias na sua formação já foi comprovada por diversos autores (Villaça & Pitombo, 1997; Figueiredo & Sterneck, 2000; Kikuchi *et al.*, 2003; Amado-Filho *et al.*, 2012; Francini-Filho *et al.*, 2013). Cabe lembrar também que o presente estudo não foi direcionado apenas aos recifes coralinos como as contribuições mencionadas anteriormente e, portanto, boa parte da cobertura coralínea não foi amostrada. Além disso, resultados obtidos através do método de amostragem de imagens por ROV devem ser analisados com cautela, já que muitos dos organismos menores e também os mais crípticos não são detectados. Em especial os dados de diversidade e riqueza específica devem

ser utilizados comparativamente e na descrição de feições macro ligadas à cobertura e colonização por organismos megaepibênticos.

As estações Sebastião Gomes Norte e Leste foram as únicas estações rasas onde não foram observados corais. Nestas, a grande dominância foi de macroalgas e octocorais. Estes são organismos menos suscetíveis a distúrbios e estresses físicos, como a ação constante de ondas e outros fenômenos oceanográficos como correntes e marés. Em Abrolhos, os ventos sopram predominantemente de Nordeste e as correntes superficiais correm no sentido Norte - Sul (Teixeira *et al.*, submetido), o que ocasiona um maior estresse físico nas faces norte e leste dos recifes. Tais condições podem ser limitantes para o crescimento de organismos mais frágeis, como corais e zoantídeos, sendo que o alto hidrodinamismo nestas faces recifais impede uma maior colonização pelos mesmos. Já nas faces Sul e Oeste do recife Sebastião Gomes e na estação do Parcel dos Abrolhos, situada na face Oeste do recife, corais e principalmente zoantídeos da espécie *Palythoa caribaeorum* foram dominantes na cobertura bêntica.

Além da alta taxa de sedimentação natural, agravada por dragagens portuárias e despejo de esgoto sem tratamento, os recifes de Abrolhos sofrem com diversas ações antrópicas distintas (Barretto & Summerhayes, 1975; Leão & Ginsburg, 1997; Ferreira & Gonçalves, 1999; Leipe *et al.*, 1999; Costa Jr. *et al.*, 2000; Werner *et al.*, 2000; Leão & Kikuchi, 2005; Dutra *et al.*, 2006). Tais ações são causa e agravantes de doenças nos corais, entre elas a mais comum, o branqueamento (Francini-Filho *et al.*, 2008). O presente trabalho detectou espécimes branqueados de *Montastrea cavernosa* e uma alta porcentagem de zoantídeos da espécie *Palythoa caribaeorum*. A maior

incidência desse branqueamento ocorreu no recife Sebastião Gomes, que está localizado mais próximo aos estresses provindos do continente. Bruce *et al.* (2012) constatou o recife Sebastião Gomes como o mais degradado no banco de Abrolhos. No mesmo estudo, os recifes situados nos limites da área protegida do Parque Estadual Marinho dos Abrolhos foram considerados saudáveis, assim como o constatado no presente trabalho pela baixa incidência de branqueamento. Tais dados, contudo, devem ser tomados com cautela já que o desenho amostral do presente estudo não foi construído para a detecção de tais padrões.

Diversos estudos recentes mostraram que os recifes de Abrolhos possuem uma conformidade distinta do restante de ecossistemas recifais do mundo. Neles, os corais hermatípicos assumem papel secundário na formação do esqueleto (Amado-Filho *et al.*, 2012; Francini-Filho *et al.*, 2013; Moura *et al.*, submetido). Tanto nos recifes localizados em grandes profundidades quanto nos rasos, a fauna de corais tem ocorrência relativamente baixa, sendo que as maiores contribuições para a cobertura bêntica foram principalmente por algas calcárias incrustantes e macroalgas. O estudo comparativo entre os recifes rasos e mesofóticos é importante para entender a conectividade e as relações interespecíficas entre eles (Lesser *et al.*, 2009; Bongaerts *et al.*, 2010; Hinderstein *et al.*, 2010). O estudo das comunidades recifais de Abrolhos, sejam elas rasas ou profundas, é importante para entender e conservar este que possui a maior concentração de vida marinha do Atlântico Sul (Leão, 1999).

Capítulo 5: Considerações Finais

5.1 - Conclusões

- I. No Banco de Abrolhos, os bancos de rodolitos possuem grande importância na estruturação das comunidades bênticas de áreas mesofóticas abaixo de 20-30 metros de profundidade;
- II. Os bancos de rodolito suportam uma comunidade epibêntica menos diversa do que os recifes coralinos rasos e, ao menos no presente estudo, não parece ser um importante repositório de espécies megaepibênticas de águas rasas ameaçadas pela ação antrópica. Contudo, estudos mais abrangentes são necessários para o estudo da conectividade entre estes ambientes;
- III. A diversidade coralina é baixa nos bancos de rodolito;
- IV. Os fundos inconsolidados do Banco de Abrolhos possuem baixa diversidade epibêntica tanto sésil como vágil;
- V. Os recifes mesofóticos de Abrolhos são dominados por algas calcárias, sendo os poríferos um importante componente da fauna bêntica;
- VI. No Banco de Abrolhos, os recifes mesofóticos estudados possuem menor diversidade epibêntica do que os recifes rasos;
- VII. A utilização de ROVs é extremamente útil para a caracterização de comunidades epibênticas e como ferramenta para mapeamento de habitats para uso em políticas de conservação de áreas marinhas.

5.2 - Perspectivas futuras.

O Banco de Abrolhos é quase certamente o ecossistema mais rico na porção sul do Oceano Atlântico. Planos de manejo integrado entre governos federal e estadual devem ser muito bem executados para que este seja conservado. É fundamental que se aumente a área do parque estadual e que haja a criação de mais unidades de conservação. A criação das reservas extrativista de Corumbau, Canavieiras e Cassurubá já mostra uma união dos atores na tarefa de conservar o Banco. O presente estudo mostra ainda que Abrolhos é muito mais do que apenas seus recifes coralinos rasos. Áreas mais profundas devem ser melhor estudadas e preservadas a fim de que se conheça sua biodiversidade, conectividade com as áreas mais rasas e os serviços ecossistêmicos que prestam.

Deve haver o incentivo à pesquisa por parte das autoridades e cada vez mais o uso de novas tecnologias para tal. Somente com novos estudos e descobertas haverá um melhor entendimento do funcionamento do Banco de Abrolhos. A união de instituições de ensino e pesquisa é importante para que haja uma colaboração e maximização da qualidade dos estudos. Com as novas pesquisas e descobertas de novos ecossistemas em Abrolhos, deve haver uma pressão da comunidade para evitar a exploração de óleo e gás no local. Os impactos gerados por tal prática pode causar danos irreversíveis, com perdas inimagináveis para a fauna e flora local. Outros impactos como dragagens e despejo de esgoto no local devem ser freados a fim de minimizar os efeitos naturais da sedimentação.

Estudos como este apresentado devem ser realizados em outros recifes do Banco de Abrolhos. Com isso haverá uma maior quantidade de dados sobre

a saúde do Banco em geral, tanto de recifes rasos quanto de recifes mesofóticos. Somente com uma rede de pesquisas integrada e esforços de toda a comunidade leiga e científica será possível compreender e conservar o maior *hotspot* de biodiversidade do Brasil.

6 - Referências Bibliográficas

Amado-Filho, G.M., Moura, R.L., Bastos, A.C., Salgado, L.T., Sumida P.Y.G., Guth, A.Z., Francini-Filho, R.B., Pereira-Filho, G.H., Abrantes, D.P., Brasileiro, P.S., Bahia, R.G., Leal, R.N., Kaufman, L., Kleypas, J.A., Farina, M., Thompson, F.L., Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ Bio-Factories in the Tropical South West Atlantic. PLoS ONE 7(4): e35171. doi:10.1371/journal.pone.0035171, 2012

Armstrong, R.A., Singh, H., Rivero, S., Gilbes, F., Monitoring coral reefs in optically-deep waters, Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008, Session number 17, Ft. Lauderdale 2008

Barreto, H.T., Summerhayes, C.P., Oceanography and suspended matter of northeastern Brazil, Journal of Sedimentary Petrology, v.45, n.4, p.822-833, 1975

Bernardino, A.F., Atividade da megafauna bêntica em resposta à deposição sazonal de fitodentrito na Plataforma Oeste da Península Antártica, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 97p., São Paulo, 2005

Bongaerts, P., Ridgway, T., Sampayo, E.M., Hoegh-Guldberg, O., Assessing the 'deep reef refugia' hypothesis: focus on Caribbean reefs, Coral Reefs, v.29, P. 309-327, 2010

Bongaerts, P., Bridge, T.C.L., Muir, P.R., Beaman, R.L., Mesophotic coral ecosystems on the walls of Coral Sea attols, *Coral Reefs*, doi 10.1007/s0038-011-0725-7, 2011

Bosence, D.W.J., Coralline algal reef frameworks, *Journal of Geological Society from London*, v.140, p.365-376, 1983

Burke, L., Reyntar, K. Spalding, M. Perry, A., *Reefs at risk Revisited*, World Resources Institute, 114p. Washington DC, 2011

Burke, L.; Reyntar, K.; Spalding, M.; Perry, A.; *Reefs at risk Revisited in the Coral Triangle*, World Resource Institute, 72p. Washington DC, 2012

Brown, B.E., Coral bleaching: causes and consequences, *Coral Reefs*, v.16, p. 129-138, 1997

Bruce, T., Meirelles, P.M., Garcia, G., Paranhos, R., Rezende, C.E., Moura, R.L., Francini-Filho, R.B., Coni, E.O.C., Vasconcelos, A.T., Amado-Filho, G., Hatay, M., Schmieder, R., Edwards, R, Dinsdale, E., Thompson, F.L., Abrolhos Bank reef health evaluated by means of water quality, microbial diversity, benthic cover and fish biomass data, *Plos ONE*, 7(6): e36687. doi:10.1371/journal.pone0036687, 2012

Castro, C.B., Pires, D.O., *Brazilian Coral Reefs: What we already know and what s still missing*, *Bulletin of Marine Science*, v.69(2), P.357-371, Rio de Janeiro, 2001

Castro, C.B., Segal, B., Pires, D.O., Medeiros, M.S., Distribution and diversity of coral communities in the Abrolhos Reef complex, Brazil, In: Dutra G.R., Werner, T., McKenna, S.A., (Eds.), A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil, RAP Bulletin of Biological Assessment v.38, P. 19-39, Washington, 2006

Castro, C.B., Amorim, L.C., Calderon, E.N., Segal, B., Cobertura e recrutamento de corais recifais (Cnidaria: Scleractinia e Milleporidae) nos recifes Itacolomis, Brasil, Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, v.64, n.1, p.29-40, 2006

Clarke, K.R., Warwick, R.M., Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, 2001

Costa Jr., O.S., Leão, Z.M.A.N., Nimno, M., Attril, M.J., Nutrifcation impacts on coral reefs from northern Bahia, Brazil, Hydrobiologia, v.440, P.307-315, 2000

Creed, J.C., Amado-Filho, G.M., Disturbance and recovery of the macroflora of a seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v.235, p.285-306, 1999

Cruz, I.C.S., Kikuchi, R.K.P, Leão, Z.M.A.N., Use of the video transect method for characterizing the Itacolomis reefs, eastern Brazil, Brazilian Journal of Oceanography, v.56(4), p.271-2008, 2008

Dutra, L.X.C., Kikuchi, R.K.P., Leão, Z.M.A.N., Effects of Sediment Accumulation on Reef Corals From Abrolhos, Bahia, Brazil, Journal of Coastal Research, Special Issue 39, P.633-638, 2006

Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A., The Unique Abrolhos Reef Formation (Brazil): need for specific management strategies, *Coral Reefs*, v.19, P.352, 1999

Francini-Filho, R.B., Moura, R.L., Thompson, F.L., Reis, R.M., Kaufman, L., Kikuchi, R.K.P, Leão, A.M.A.N., Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil), *Marine Pollution Bulletin*, v.56, p.1008-1014, 2008

Francini-Filho, R.B., Coni, E.O.C., Meirelles, P.M., Amado-Filhos, G., Thompson, F.L., Pereira-Filho, G.H., Bastos, A.C., Abrntes, D.P., Ferreira, C.M, Gibrasn, F.Z., Guth, A.Z., Sumida, P.Y.G., Oliveira, N.L., Kaufman, L., Minte-Vera, C.V., Moura, R.L., Dynamis of coral reef benrhic assemblages of the Abrolhos Bank, eastern Brazil: Interferences on natural an anthropogenis drivers, *Plos ONE* 8(1): e54260. doi:10.1271/journal.pone.0054260, 2013

Figueiredo, M.A.O., Sterneck, R.S., Floristic and ecological studies of crustose coralline algae on Brazil's Abrolhos reefs, *Proceedings fo the 9th International Coral Reef Symposium*, v.1, p.23-27, 2000

Gleason, A.C.R., Lirman, D., Gintert, B.E., Dick, M.C., Reid, R.P., Landscape video mosaic from a mesophotic coral reef, *Coral Reefs*, v.29, P.253, 2010

Graham, N.A.J., Nash, K.L., The importance of structural complexity incoral reef ecosystems, *Coral Reefs*, doi 10.1007/s00338-012-0984-y, 2012

Hawkins, J.P., Roberts, C.M., Effects od recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs, *Biological Conservation*, v.62, P.171-178, 1992

Hill, J., Wilkinson, C., Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs, Version 1, Australian Institute of Marine Science, 117p., 2004

Hinderstein, L.M., Marr, J.C.A, Martinez, F.A., Dowgiallo, M.J., Puglise, K.A., Pyle, R.L., Zawada, D.G., Appeldoorn, R., Theme section on “Mesophotic Coral Ecosystems: Characterization, Ecology, and Management”, Coral Reef, v.29, P.247-251, 2010

Hovland, M., Vasshus, S., Infreide, A., Austdal, L., Nilsen, Ø., Mapping and imaging deep-sea coral reefs off Norway, 1982-200, Hydrobiologia, v.471, p. 13-17, 2002

Hughes, T.P., Community structure and diversity of coral reefs: The role of history, Ecology, v.70, p.275-279, 1989

Kahng, S.E., Garcia-Sais, J.R., Spalding, H.L., Brokovich, E., Wagner, D., Weil, E., Hinderstein, L., Toonen, R.J., Community ecology of mesophotic coral reef ecosystems, Coral Reefs, v.29, P.255-275, 2010

Kahng, S., Wagner, D., Lantz, C., Vetter, O., Gove, J., Merrifield, M., Temperature depth limits of warm-water corals, Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, p.9-13, 2012

Kikuchi, R.K.P., Leão, Z.M.A.N., Testa, V., Dutra, L.X.C., Spanó, S., Rapid assessment of the Abrolhos Reefs, Eastern Brazil (Part 1: Stony corals and algae), In: LANG, J.C., Atoll Research Bulletin, v.496, P.173-187, 2003

Knoppers, B., Souza, W.F.L., Ekau, W., Figueiredo, A.B., Soares-Gomes, A., A Interface Terra-Mar do Brasil, In: Pereira, R.C., Soares-Gomes, A., Biologia Marinha, Rio De Janeiro, Ed. Interciência, P.529-553, 2009

Kohler, K.E., Gill, S.M., Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology, *Computers & Geosciences*, v.32, P. 1259-1269, 2006

Lam, K., Shin, P.K.S., Bradbeer, R., Randal, D., KU, K.K.K., Hodgson, P., Cheung, S.G., A comparison of video and point intercept transect methods for monitoring coral communities, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.333, P.115-128, 2006

Leão, Z.M.A.N., Ginsburg, R.N., Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: The Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil, *Proceedings from the 8th International Coral Reef Symposium*, v.2, p.1767-1772, 1997

Leão, Z.M.A.N., Abrolhos – O Complexo Recifal Mais Extenso do Oceano Atlântico Sul, In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M., Bernet-Born, M.,(orgs.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, Salvador, 1999

Leão, Z.M.A.N., Kikuchi R.K.P., The Abrolhos Reefs of Brazil, In: SEELIGER, U., (org.), *Coastal marine ecosystem of Latin America*, *Ecological Studies*, v. 144, 36p., Srpinge, Berlin, 2001

Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P., A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil, *Marine Pollution Bulletin*, v.51, P. 599-611, 2005

Leipe, T., Knoppers, B., Marone, E., Camargo, R., Suspended matter transport in coral reef waters of the Abrolhos Bank, Brazil, *Geo-Marine Letters*, v.19, P. 186-195, 1999

Lesser, M.P., Experimental biology of coral reef ecosystems, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.300, p.217-252, 2004

Lesser, M.P., Slattery, M., Leichter, J.J., Ecology of mesophotic coral reefs, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.375, p.1-8, 2009

Lesser, M.P., Slattery, M., Stat, M., Ojimi, M., Gates, R.D., Grottoli, A., Photoacclimatization by the coral *Montastrea cavernosa* in the mesophotic zone: Light, food, and genetics, *Ecology*, v.01(4), p.990-1003, 2010

Lirman, D., Gracias, N.R., Gintert, B.E., Gleason, A.C.R., Reid, R.P., Negahdaripour, S., Krmaer, P., Development and application of a video-mosaic survey technology to document the status of coral reef communities, *Environmental Monitoring and Assessment*, v.125, P.59-73, 2007

Locker, S.D., Armstrong, R.A., Battista, T.A., Rooney, J.J., Sherman, C., Zawada, D.G., Geomorphology of mesophotic coral ecosystems: current perspective on morphology, distribution, and mapping strategies, *Coral Reefs*, v. 29, P. 329-345, 2010

Maida, M., Ferreira, B.P., Coral reefs of Brazil: An overview, *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, v.1. p.263-274, 1997

Maragos, J.E., Crosby, M.P., McManus, J.W., Coral reefs and biodiversity: A critical and threatened relationship, *Oceanography*, v9(1), p.83-99, 1996

Medio, D., Ormond, R.F.G., Pearson, M., Effect of briefings on rates of damage to corals by SVUBA divers, *Biological Conservation*, v.79, P.91-95, 1997

Menza, C., Kendall, M., Rogers, C., Miller, J., A deep reef in deep trouble, *Continental Shelf Research*, v.27, p.2224-2230, 2007

Moura, R.L., Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean, *Proceedings 9th Coral reef Symposium*, Bali, Indonesia, 23-27 October 2000, v.2, 2000

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., Spatial patterns of benthic megahabitats and conservation planning in the Abrolhos Bank, submetido, *Continental Shelf Research*

Parry, D.M., Nckell, L.A., Kendall, M.A., Burrowa, M.T., Pilgrim, D.A., Jones, M.B., Comparison of abundance and spatial distribution of burrowing megafauna from diver and remotely operated vehicle observations, *Marine Ecology Progress Series*, v.244, P.89-93, 2002

Plaisance, L. Caley, M.J., Breinard, R.E., Knowlton, N., The diversity of coral reefs: What are we missing?, *Plos One* 6(10): e25026. doi:10.1371/journal/pone.0025026, 2011

Puglise, K.A., Hinderstein, L.M., Marr, J.C.A., Dowgiallo, M.L., Martinez, F.A., Mesophotic coral ecosystems research strategy, *International Workshop to prioritize and management research and management needs for mesophotic coral ecosystems*, 24p, 2008

Roupahel, A.B., Inglis, G.J., Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies, *Biological Conservation*, v.82, P.329-336, 1997

Rooney, J., Donham, E., Montgomer, A., Spalding, H., Parrish, Bolad, R., Fenner, D., Gove, J., Vetter, O., Mesophotic coral ecosystems in the Hawaiian Archipelago, *Coral Reefs*, v.29, p.361-367, 2010

Sheppard, C.R.C., Davy, S.K., Pilling, G.M., *The Biology of Coral Reefs*, Oxford University Press, 339p. 2009

Sherman, C., Nemeth, M., Ruíz, H., Bejarano, I., Appeldoorn, R., Pagán, F., Shärer, M., Weil, E., Geomorphology and benthic cover of mesophotic coral ecosystems of the upper insular slope of southwest Puerto Rico, *Coral Reefs*, v. 29, p.347-360, 2010

Singh, H., Armstrong, R., Gilbes, F., Eustice, R., Roman, C., Pizarro, O., Torres, J., *Imagin Coral I: Imaging Coral Hábitats with the SeaBED AUV*, *Subsurface Sensing Technologies and Applications*, v.5(1), P.25-42, 2004

Silva, B.N.T., *Flora de macrófitas do Arquipélago de Abrolhos e do Recifes Sebastião Gomes (BA)*, *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, 422p., São Paulo, 2010

Slaterry, M., Lesser, M.P., Brazeau, D., Stokes, M.D., Leichter, J.J., Connectivity and stability of mesophotic coral reefs, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.408, p.32-41, 2011

Slaterry, M., Lesser, M.P., Mesophotic coral reefs: a global model of community structure and function, *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium*, p.9-13, 2012

Teixeira, C.E.P., Lessa, G.L., Cirano, M., Lentini, C.A.D., The inner shelf circulation on the Abrolhos Bank, 18°S, Brazil, submetido, Continental Shelf Research

Valentin, J.L., Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos, Ed. Interciência, 117p., Rio de janeiro, 2000

Villaça, R., Pitombo, F.B., Benthic communities of shallow-water reefs of Abrolhos, Brazil, Revista Brasileira de Oceanografia, v.45, p.35-43, 1997

Villaça, R., Recifes Biológicos, In: Pereira, R.C., Soares-Gomes, A., Biologia Marinha, Rio De Janeiro, Ed. Interciência, p.399-420, 2009

Werner, T.B., Pinto, L.P., Dutra, G.F., Pereira, P.G.P, Abrolhos 2000: Conserving the Southern Atlantic's Richest Coastal Biodiversity into the Next Century, Coastal Management, v.28, 99-108, 2000

Wilkinson, C.R., Global and local threats to coral reef functioning and existence: review and predictions, Marine Freshwater Research, v.50, P.867-878, 1999

Wilson, S.K., Graham, N.A.J., Polunin, N.V.C., Appraisal of visual assesmentes of habitat complexity and benthic composition on coral reefs, Marine Biology, v. 151, p.1069-1076, 2007

ANEXOS

Figura A.1 - A) Rodolito; B) Alga *Halimeda* spp. (HA) e zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (PC); C) Zoantídeo *Palythoa caribaeorum*; D) Zoantídeo *Palythoa caribaeorum* branqueado; E) Coral hermatípico *Montastrea cavernosa*; F) Coral hermatípico *Montastrea cavernosa* branqueado.

Figura A.2 - A) Coral hermatípico *Mussismilia braziliensis*; B) Coral hermatípico *Mussismilia harttii*; C) Coral hermatípico *Siderastrea* spp.; D) Octocoral *Phyllogorgia dilatata*; E) Octocoral *Plexaurella grandiflora*; F) Octocoral alcionáceo *Neospongodes atlantica*.