



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA  
ÁREA DE GEOLOGIA COSTEIRA E SEDIMENTAR**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**DIAGNÓSTICO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO  
DOS RECIFES EM FRANJA DO  
PARQUE NACIONAL MARINHO DOS ABROLHOS**

**SAULO SPANÓ**

**SALVADOR – BAHIA  
MARÇO - 2004**

Diagnóstico do estado de conservação dos recifes em franja do Parque Nacional Marinho dos  
Abrolhos

por

Saulo Spanó  
Oceanógrafo (Universidade Federal do Rio Grande), 1998.

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de

MESTRE EM CIÊNCIAS

GEOLOGIA

à

Câmara de Ensino de Pesquisa e Pós-Graduação

da

Universidade Federal da Bahia

COMISSÃO EXAMINADORA:

\_\_\_\_\_ (Dra. Zelinda Margarida de A. Nery Leão – IGEO/UFBA)  
(Professora Orientadora)  
\_\_\_\_\_ (Dr. Ruy Kenji Papa de Kikuchi – IGEO/UFBA)  
(Professor Co-orientador)  
\_\_\_\_\_ (Dr. Francisco C. R. Barros Jr. – IBIO/UFBA)

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Grau conferido em : \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus que me permitiu ver a imensa natureza que existe no oceano; aos meus pais e irmãos, que sempre acreditaram em mim; a Sônia, minha mulher, que aturou sucessivas crises existenciais sempre me apoiando; a Zelinda Leão, minha orientadora e consultora, que soube em todos os momentos conduzir este valioso trabalho; a Ruy Kikuchi, co-orientador e amigo, pelos ensinamentos; a Leo Dutra, dupla de mergulho e amigo, pelas tantas sugestões dadas ao longo do curso; ao amigo Buia, pelo apoio e conselhos valiosos, ao amigo Prof. Guilherme Lessa, pelos conselhos, pela amizade e apoio; ao amigo Mauro Cirano, pelos diálogos e sugestões; ao Prof. Landim, pelos ensinamentos acadêmicos; ao amigo Antônio Bonici, pela presença de espírito nos embarques e formação sub-aquática; aos amigos Rian, Erika e Suzana, pelas tantas conversas; aos meus tios Irio e Marlene, pelo apoio e incentivo; a diretoria do ParNaM dos Abrolhos, pelo apoio logístico; aos professores que fizeram parte das disciplinas do curso; a todos os amigos do LEC, que me viram rir e chorar desde a minha chegada no IGEO; e todas as pessoas que de um modo ou de outro me incentivaram a nunca esmorecer diante das dificuldades.

### **Abstract**

In many regions of the world, submarine tourism on coral reefs is causing changes in this delicate ecosystem, and this is a subject that is more and more concerning the scientific community as well as the managers of marine protected areas. The Abrolhos National Marine Park, created in 1983, is the home of a rich reef fauna, constituted by endemic species, many of them being archaic forms remaining from the Tertiary time. This important marine protected area has been threatened with the increase number of tourists that visit the Park. In the last decade the number of visitors increased from about 3500 in 1993 to more than 14500 in 1997, and such numbers is already causing alteration in the fringing reefs communities of the Mato Verde reefs, in the south coast of Santa Bárbara Island, the most visited reefs in the entire park. Data acquired through the AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment) protocol (Ginsburg *et al.* 1998) showed significant differences among the coral communities that compose the fringing reefs of the Archipelago. Comparison between reefs opened to visitors with the closed ones allowed us to attribute preservation status to the coral communities, classifying them as: well preserved, intermediate and degraded. The most visited reefs, the Mato Verde, showed biotic indexes like: live coral cover, number and diameter of colony of the dominant coral species, species richness and coral recruitment lower than those from the closed areas for visiting, as well as from the ones only occasionally opened. A carry capacity number of 6000 divers/year/site is established, in this work, for the reefs from the Abrolhos Archipelago, in order to minimize the already identified impacts, in the Mato Verde reefs.

## Resumo

Em muitas regiões do mundo a visitação aos recifes de coral vem causando mudanças neste frágil ecossistema. O aumento do turismo nos recifes tem despertado interesse e preocupação na comunidade científica e nos administradores de reservas naturais que abrigam comunidades de corais. O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, criado em 1983, abriga uma rica fauna recifal constituída por espécies endêmicas remanescentes do período Terciário. Esta importante área de proteção marinha vem sofrendo com o crescimento do turismo. Na última década o número de turistas cresceu de 3500 em 1993 até 14500 visitantes no ano de 1997. O aumento do número de turistas causou mudanças nas comunidades de corais do recife em franja do Mato Verde, na porção sul da ilha Sta. Bárbara, a área mais visitada de todo o parque. O protocolo para avaliação de recifes de corais AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment) mostrou diferenças significativas entre as comunidades de corais que compõem os recifes em franja do arquipélago. A comparação entre os recifes abertos à visitação com aqueles fechados ao uso permitiu atribuir *status* de preservação às comunidades de corais, classificando-as em *conservada*, *intermediária* ou *degradada*. As áreas mais freqüentadas apresentaram índices bióticos como: taxa de cobertura viva de corais, ocorrência e diâmetro da espécie dominante, riqueza de espécies e recrutamento inferiores à média encontrada entre todos os recifes estudados, enquanto que as áreas fechadas ou ocasionalmente freqüentadas apresentaram índices maiores. Neste trabalho é estabelecido um número de capacidade suporte de 6000 mergulhadores por ano por recife, para minimizar os efeitos do impacto humano, pois o recife do Mato Verde, classificado como degradado, apresenta um número de mergulhadores superior ao estabelecido.

## INDICE

INDICE.....	vi
INDICE DAS FIGURAS.....	ix
INDICE DAS TABELAS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ÁREA DE ESTUDO .....	4
2.1. Localização dos recifes e das estações de estudo .....	4
2.2. Descrição dos recifes estudados .....	6
2.2.1. Recife em franja da ilha Santa Bárbara .....	6
2.2.2. Recife em franja da ilha Redonda .....	9
2.2.3. Recife em franja da ilha Sueste .....	10
2.2.4. Recife em franja da ilha Guarita.....	11
2.3. Condições climáticas .....	12
2.4. Batimetria .....	13
2.5. Parâmetros oceanográficos .....	13
2.5.1. Correntes.....	13
2.5.2. Marés .....	14
2.5.3. Temperatura das águas .....	14
2.5.4. Salinidade .....	14
2.6. Descarga fluvial.....	15
3. REVISÃO SOBRE OS RECIFES DA ÁREA ESTUDADA E OS PROBLEMAS RELACIONADOS COM A SUA CONSERVAÇÃO.....	16
3.1. Os recifes de coral do estado da Bahia.....	16
3.1.1. O Banco de Abrolhos .....	17

3.1.2. O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (ParNaM dos Abrolhos).....	22
3.1.2.1. O plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos.....	24
3.2. Monitoramento dos recifes de corais.....	25
3.3. Zoneamento no uso dos recifes .....	28
3.4. Distúrbios e indicadores ambientais nos recifes.....	29
3.5. Manejo de áreas recifais .....	31
3.6. Capacidade suporte de mergulhadores nos recifes .....	33
4. METODOLOGIA DE TRABALHO .....	36
4.1. Trabalhos de campo.....	36
4.1.1. Lista do material utilizado durante a coleta dos dados.....	36
4.1.2. Posicionamento dos transectos.....	37
4.1.3. Coleta dos dados.....	37
4.2. Análises estatísticas .....	40
4.3. Proposta para a capacidade suporte da área estudada.....	40
5. RESULTADOS .....	42
5.1. Parâmetros bióticos analisados.....	42
5.1.1. Cobertura viva dos corais .....	42
5.1.2. Porcentagem de mortalidade dos corais .....	43
5.1.3. Riqueza de espécies.....	45
5.1.4. Dimensões da espécie dominante <i>Mussismilia braziliensis</i> .....	46
5.1.5. Número de recrutas.....	53
5.2. Número de visitantes do ParNaM dos Abrolhos .....	55
5.3. Valoração das estações avaliadas quanto ao grau de conservação.....	57
6 –DISCUSSÃO.....	60

6.1. A localização e a morfologia dos recifes.....	60
6.2. O grau de vitalidade dos recifes .....	65
6.3. O impacto dos visitantes.....	70
6.4. O índice de capacidade suporte .....	74
7- CONCLUSÕES.....	78
8. RECOMENDAÇÕES.....	79
9. REFERÊNCIAS CITADAS.....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa de localização dos recifes estudados (Modificado de Leão <i>et al.</i> , 2003).....	4
Figura 02 – Mapa do Arquipélago dos Abrolhos ilustrando a extensão das estações de estudo (Modificado do mapa ilustrativo de Edson S. Carvalho). .....	5
Figura 03 – Costão sul da ilha Sta. Bárbara (Fotografia de Leo Dutra, 2001). .....	7
Figura 04 – Costão oeste da ilha Santa Bárbara (Fotografia do autor, 2001).....	8
Figura 05- Costão norte da ilha Sta. Bárbara (Fotografia do autor, 2001).....	9
Figura 06 – Costão leste da ilha Redonda (Redonda) (Fotografia do autor, 2001).....	10
Figura 07 – Lado norte da ilha Sueste (Fotografia do autor, 2001). .....	11
Figura 08 – Ilha Guarita (Fotografia do autor, 2001). .....	12
Figura 09 - Esquema ilustrativo dos principais tipos de recife que ocorrem ao longo do litoral do Estado da Bahia (modificado de Leão & Kikuchi, 1999).....	18
Figura 10 – Imagem da topografia submarina da plataforma continental sul do estado da Bahia (Modificado de Environment Systems Research Institute, Inc – Data & Maps – DVD-ROM-World Topography and Bathymetry). .....	19
Figura 11 – Mapa ilustrativo dos tipos de comunidades biogênicas na superfície dos bancos Royal Charlotte e Abrolhos na parte sul da plataforma continental do estado da Bahia (Modificado de Melo <i>et al.</i> , 1975).....	20
Figura 12 – Recifes da região de Abrolhos (Modificado de Hetzel & Castro, 1994). .....	21
Figura 13 – Foto aérea do recife do Parcel das Paredes (Foto de Carlos Secchin, em Hetzel & Castro, 1994). .....	22
Figura 14 – O coral endêmico <i>Mussismilia braziliensis</i> , Verril 1898, na sua forma cogumelar típica, comum nos recifes do banco dos Abrolhos (Fotografia de Leo Dutra, 2001).....	23
Figura 15 - Mapa do arquipélago dos Abrolhos com indicação do zoneamento proposto no plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos (IBAMA/Funatura, 1991). .....	26
Figura 16 – Gráficos ilustrativos das possíveis respostas do ecossistema recifal ao uso por turistas (Hawkins & Roberts, 1997).....	35

Figura 17 – Mergulhador coletando dados de acordo com a metodologia proposta no protocolo AGRRA -Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (Ginsburg <i>et al.</i> , 1999) (Fotografia de Leo Dutra, 2001). .....	38
Figura 18 - Esquema ilustrativo do transecto, mostrando quais colônias acima de 20 cm são contempladas (medidas) na metodologia do protocolo AGRRA -Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (Ginsburg <i>et al.</i> , 1999). .....	39
Figura 19 – Porcentagem média e erro padrão da cobertura de corais nas estações amostradas. ..	42
Figura 20 –Número de colônias de corais com alguma indicação de mortalidade. ....	43
Figura 21 – Média e erro padrão da mortalidade nas colônias dos corais nos recifes estudados...	45
Figura 22 – Riqueza média das espécies de corais nos recifes estudados.....	46
Figura 23 –Média e erro padrão dos diâmetros das colônias do coral <i>Mussismilia braziliensis</i> em cada recife amostrado. ....	48
Figura 24 – Média e erro padrão da ocorrência das colônias do coral <i>Mussismilia braziliensis</i> com diâmetros iguais ou superiores a 20 cm.....	50
Figura 25 - Média e erro padrão das ocorrências de colônias do coral <i>Mussismilia braziliensis</i> com diâmetros inferiores a 20 cm. ....	51
Figura 26 – Distribuição por classe de tamanho (diâmetro) das colônias do coral <i>Mussismilia braziliensis</i> nas estações amostradas. ....	52
Figura 27 – Média e erro padrão do número de colônias do coral <i>Mussismilia braziliensis</i> por metro quadrado. ....	52
Figura 28 - Média e erro padrão do número de recrutas em cada recife estudado. ....	54
Figura 29- Média e erro padrão da rugosidade encontrada nas estações visitadas.....	55
Figura 30 – Médias e erros padrão mensais do número de usuários do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos entre os anos de 1997 e 2002 (Dados fornecidos pela Diretoria do ParNaM dos Abrolhos). ....	56
Figura 31 – Número total de visitantes no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos entre os anos de 1997 e 2002 (Dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos). ....	56
Figura 32 – Número de visitantes de Parque Nacional Marinho dos Abrolhos no ano de 2001 (Dados fornecidos pela Diretoria do Parque). ....	57
Figura 33 – Reinterpretação do zoneamento para uso dos recifes do arquipélago dos Abrolhos a partir dos resultados deste trabalho.. ....	64

Figura 34– Média do número de visitantes do ParNaM dos Abrolhos avaliado em três diferentes períodos de visitação (alto no verão, baixo no inverno e médio na primavera). (Dados fornecidos pela diretoria do Parque para o período de 1997 a 2002)..... 72

## INDICE DAS TABELAS

Tabela 01 – Número total, cobertura viva e porcentagem de mortalidade das colônias, dos corais com diâmetros iguais ou maiores que 20 cm.....	44
Tabela 02 – Valores indicativos da mortalidade das colônias dos corais nos recifes estudados....	44
Tabela 03 – Porcentagem de ocorrência das espécies amostradas nas estações..	47
Tabela 04 – Indicativos da média dos diâmetros das colônias de <i>Mussismilia braziliensis</i> nos recifes amostrados. ....	49
Tabela 05 – Dados referentes às colônias de <i>Mussismilia braziliensis</i> amostradas nos recifes estudados. ....	50
Tabela 06 –Dados indicativos das ocorrências por metro quadrado das colônias de <i>Mussismilia braziliensis</i> nas estações visitadas. ....	53
Tabela 07 – Ponderação dos valores obtidos para cada parâmetro com base na amplitude das médias obtidas. ....	59
Tabela 08 – Comparação, entre os recifes estudados, dos valores atribuídos aos parâmetros bióticos analisados.....	66

## 1. INTRODUÇÃO

O turismo na região de Abrolhos tem aumentado consideravelmente na última década, exercendo uma grande pressão no ecossistema recifal residente. Em 1992 o número registrado de visitantes/ano no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (ParNaM dos Abrolhos) foi de 3573 (Leão *et al.* 1993), e chegou em 1997 a 14639 turistas/ano (dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos), um aumento de 410%.

O ParNaM dos Abrolhos foi criado através de um decreto lei federal no ano de 1983, mas somente no ano de 1989 iniciou-se um acompanhamento do turismo junto às ilhas do Arquipélago por parte de técnicos e estagiários do IBAMA. Até hoje, de uma extensão de 900 km<sup>2</sup> (área total do Parque) somente as áreas circundantes às ilhas (aproximadamente 3 km<sup>2</sup>) são fiscalizadas diariamente pelo IBAMA. Por estarem situados próximos à base do IBAMA, na ilha Sta. Bárbara, e com isso estarem expostos a uma fiscalização maior, os recifes em franja das ilhas obedecem ao zoneamento proposto no plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos (IBAMA/Funatura, 1991), o qual lhes outorga diferentes tipos de uso.

Em geral o zoneamento de ambientes recifais busca direcionar usos específicos a cada local, visando com isso uma exploração do ambiente conjuntamente com a preservação da natureza. Propondo exclusão de certas áreas de qualquer atividade humana, o zoneamento preserva porções prístinas dos recifes, bem como pode estar garantindo o futuro estoque dos organismos que compõem o ecossistema. Monitoramentos de longo prazo em recifes, comparando áreas abertas à visitação com outras fechadas mostram-se vitais, não somente para documentar o estado atual dos recifes mas, também, para avaliar as mudanças ao longo do tempo, objetivando planejar futuros manejos e programas de recuperação dos recifes (Epstein *et al.*, 1999). Selecionar áreas prístinas e áreas sujeitas ao impacto causado pelas atividades humanas pode ser o ideal para avaliações de longo prazo dos recifes (Rogers, 1988).

Nestes monitoramentos de longo prazo, acompanhados de estudos quantitativos, tem-se observado que os danos causados por mergulhadores são, na atualidade, a principal causa da mortalidade dos corais nos locais de maior uso (Médio *et al.*, 1997), evidenciando que há grandes

diferenças entre as áreas de uso intensivo e as áreas intangíveis (Jameson *et al.*, 1999). Com o aumento do turismo nas regiões protegidas (parques e reservas), a atenção especial para os danos potenciais que os visitantes podem ocasionar, vem sendo, assim, o principal foco dos trabalhos nesta última década (Allison, 1996; Hawkins & Roberts, 1992, 1993a, b; Hawkins *et al.*, 1999; Riegl & Riegl, 1996; Tratalos & Austin, 2001; Zakai & Chadwick-Furman, 2002).

Avaliar as conseqüências que os prováveis impactos de uso dos recifes tenham na dinâmica das comunidades bentônicas, classificando o ambiente dentro de categorias de conservação até degradação, deve ser, portanto, a principal proposta de programas de monitoramento. No caso do ParNaM dos Abrolhos, apesar do evidente aumento no número de visitantes, são poucos os trabalhos que avaliaram o crescimento do turismo ou sua correlação com as degradações já visíveis neste ecossistema recifal. Leão *et al.* (1993) e Creed & Amado Filho (1999) fazem referências ao incremento da visitação na área do parque e sua provável correlação com alguns danos já observados, porém nenhum outro trabalho, até o presente momento, propôs um monitoramento contínuo e integrado do ambiente, relacionando os parâmetros ambientais aos efeitos causados pela ação antrópica.

A partir do ano de 2000 uma equipe integrada por pesquisadores do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia (IGEO/UFBA), iniciou um levantamento das condições vitais dos recifes da área de Abrolhos aplicando a metodologia proposta no protocolo AGRRA – “Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment”, (Ginsburg *et al.* 1999), o qual está disponibilizado no portal <http://www.coral.noaa.gov/agra/>. No primeiro ano foram avaliados os recifes em franja do arquipélago dos Abrolhos e as colunas gigantes de corais situadas à leste das ilhas (Kikuchi *et al.*, 2003). Nos anos de 2001 e 2002 estas estações foram re-visitadas e novos pontos foram adicionados, estendendo-se, assim, a avaliação para outros recifes da região. Este banco de dados, que está sendo produzido para a região de Abrolhos, tem como objetivo fornecer subsídios para os pesquisadores e os administradores das regiões costeiras do sul do Estado da Bahia, potencializando as informações já existentes sobre os recifes e seus usos.

Para avaliar o estado de conservação dos recifes com vistas à elaboração de soluções inovadoras para o seu manejo sustentado, tem-se que priorizar os critérios ecológicos que diagnosticam as áreas recifais que possam valorar os recifes, estimar os riscos envolvidos nas atividades que englobam estas áreas, e avaliar a habilidade de recuperação dos organismos que

estão submetidos a alguma mudança. Para o caso de Abrolhos, deve-se ter em mente, ainda, a singularidade das formas dos recifes e das espécies construtoras, muitas delas endêmicas da região e principais responsáveis pela edificação das estruturas recifais (Leão & Kikuchi, 2001).

Considerando que os resultados do levantamento das condições dos recifes do Parque de Abrolhos, realizado no ano de 2000, indicaram condições vitais mais pobres para os recifes do lado sul da ilha Santa Bárbara, sugerindo um provável efeito do uso excessivo destes recifes pelos visitantes, durante a temporada de verão (Kikuchi *et al.* 2003), a proposta deste trabalho foi diagnosticar o estado atual de conservação destes recifes, comparando-os com o seu uso de acordo com o zoneamento proposto no Plano de Manejo (IBAMA/Funatura, 1991). Analisando os dados das condições vitais dos recifes, levantados no ano de 2002, o presente trabalho avaliou os seguintes parâmetros das comunidades dos corais construtores dos recifes: (1) a taxa de cobertura viva, (2) o percentual de mortalidade (antiga e recente), (3) a riqueza de espécies, (4) as dimensões das colônias das espécies dominantes, e (5) o recrutamento. Com base nestes parâmetros os recifes foram classificados quanto ao seu estado de conservação e uso, para identificar áreas possivelmente impactadas. Adicionalmente foi investigada a capacidade suporte deste ecossistema recifal para sua utilização em atividades de mergulho.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

### 2.1. Localização dos recifes e das estações de estudo

Os recifes estudados bordejam as ilhas do Arquipélago dos Abrolhos, situado na parte sudeste do estado da Bahia, entre os paralelos 17°41'40" e 17°42'40" Sul e os meridianos 38°57'30" e 38°58'30" Oeste, e distam cerca de 75 km do continente (Figura 01)

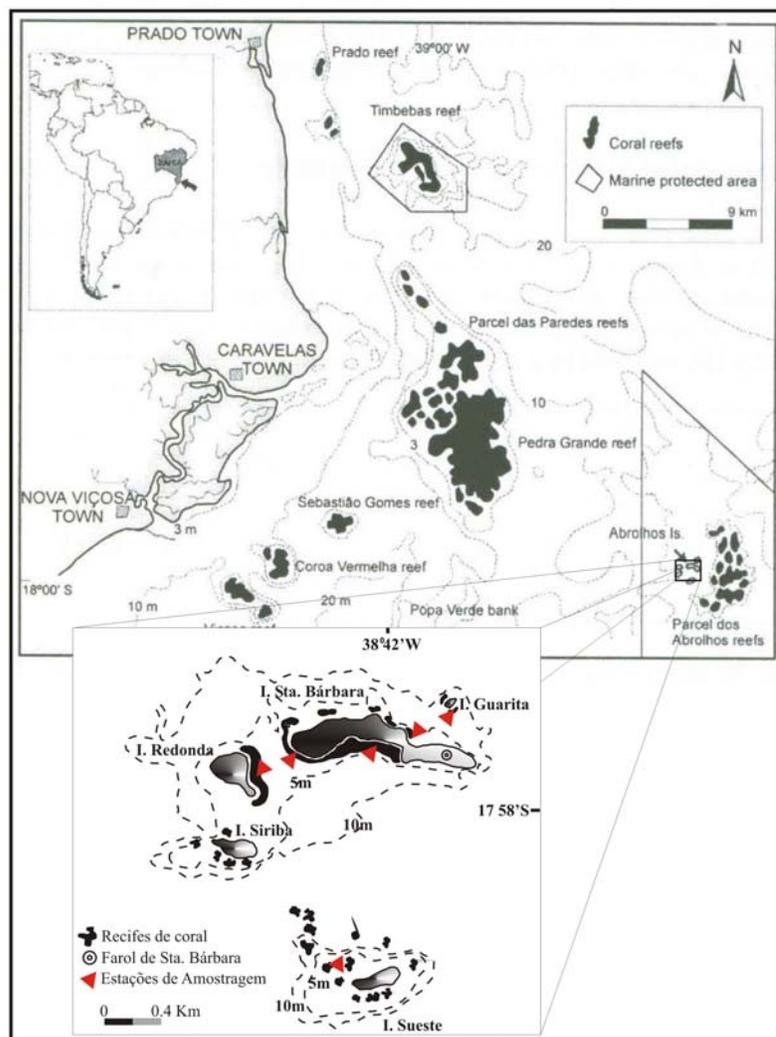


Figura 01 – Mapa de localização dos recifes estudados, os triângulos vermelhos indicam as estações de trabalho (Modificado de Leão *et al.*, 2003).

As estações de estudo deste trabalho localizam-se nos arredores das ilhas do arquipélago dos Abrolhos, nos recifes em franja das ilhas Sta. Bárbara, Redonda, Sueste e Guarita. Foram estudados os recifes que circundam a ilha Guarita, a porção leste do recife que circunda a ilha Redonda, a porção noroeste dos recifes da ilha Sueste, e as porções sul/sudoeste e nordeste dos recifes circundantes da ilha Santa Bárbara, totalizando seis estações (Figura 02).



Figura 02 – Mapa do Arquipélago dos Abrolhos ilustrando a extensão das estações de estudo (em amarelo). GUA – Guarita, SUE – Sueste, STA – Caldeiros Sta. Bárbara, RED – Redonda, MVE – Mato Verde e PNO – Portinho Norte (Modificado do mapa ilustrativo de Edson S. Carvalho).

## 2.2. Descrição dos recifes estudados

### 2.2.1. Recife em franja da ilha Santa Bárbara

Os recifes da ilha Santa Bárbara apresentam descontinuidade em sua porção sudeste, leste e noroeste. Na porção sul, indo em direção a oeste ocorre um embaiamento na linha de costa da ilha, e neste ponto encontra-se a mais desenvolvida porção do recife de todo o arquipélago (Figura 03). Esta área é conhecida como Mato Verde e é a principal zona de lazer do Parque, as profundidades variam de zero até dez metros, onde termina o recife e inicia o substrato arenoso parcamente vegetado. As espécies de corais aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis* Verril, 1896, *M. hartti* Verril, 1868, *M. hispida* Verril, 1868, *Siderastrea stellata* Verril, 1868, *Favia gravida* Verril, 1868, *F. leptophyla* Verril, 1868, *Montastrea cavernosa* Linné, 1766, *Agaricia agaricites* Linné, 1901 e *Porites branneri* Rathbun, 1888, e o hidrocoral *Millepora alcicornis*, Linné, 1758. O recife está edificado sobre uma plataforma de abrasão e blocos basálticos, tendo suas partes cimentadas pelo crescimento de algas coralináceas, moluscos incrustantes e corais (IBAMA/Funatura, 1991). Devido à alta frequência de turistas, mergulhadores e embarcações fundeadas durante a estação de maior visitação do Parque (dezembro a março), esta área foi classificada como de uso intensivo, e está designada neste trabalho como MVE (Mato Verde).

Seguindo em direção oeste, após estreitamento, o recife novamente se alarga para formar a área conhecida por Caldeiros Sta. Bárbara (Figura 04), a qual está separada da ilha Redonda pelo canal da Barracuda. Nesta porção do recife a edificação ocorre também sobre uma plataforma de abrasão, onde o substrato rochoso é composto por matações e blocos de origem basáltica. Algumas partes deste recife encontram-se cimentadas pelo crescimento de algas coralináceas, moluscos incrustantes e corais (IBAMA/Funatura, 1991). A profundidade do recife nesta área não ultrapassa de 6 m, e muitas das colônias de corais que aí ocorrem estão bem próximas do fundo arenoso que recobre o canal que separa as duas ilhas. As espécies de corais aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis*, *M. hartti*, *M. hispida*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *Montastrea cavernosa*, *Agaricia agaricites* e *Porites branneri*, e o hidrocoral *Millepora alcicornis*. No nível do mar

encontra-se uma grande quantidade de moluscos vermetídeos. Apesar de ser aberta à visitação e receber mergulhadores, esta área não atrai muitos frequentadores e foi classificada neste trabalho como de uso moderado, ela está designada como STA (Caldeiros Sta. Bárbara).



Figura 03 –Costão sul da ilha Sta. Bárbara. À direita vê-se o embaiamento da linha de costa onde se encontra a porção mais desenvolvida do recife em franja de todo o arquipélago (delimitado pela linha amarela) denominado recife do Mato Verde (MVE) (Fotografia de Leo Dutra, 2001).

Após uma interrupção na continuidade lateral do recife, ele volta a desenvolver-se no Portinho Norte (Figura 05), onde os corais crescem profusamente. Esta localidade é frequentada somente quando as condições atmosféricas são adversas para mergulho no lado sul da ilha, com a ocorrência de ventos provenientes de sul. Observa-se neste local um dos maiores índices de corais jovens de todo o arquipélago. As espécies de corais identificadas neste recife foram: *Mussimilia braziliensis*, *M. hartti*, *M. hispida*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *Scolymia welsii* Laborel,

1967, *Montastrea cavernosa*, *Agaricia agaricites*, *Porites astreoides*, Lamarck, 1816 e *P. branneri*, fazendo parte ainda desta lista o hidrocoral *Millepora alcicornis*. O recife está edificado sobre matacões de rochas de origem vulcânica, estendendo-se do nível do mar até 5 m de profundidade aproximadamente, onde cede espaço para o substrato arenoso vegetado. Pelo fato deste local ser utilizado apenas em situações ocasionais como abrigo, esta estação foi classificada como de uso ocasional. Neste trabalho ela está designada como PNO (Portinho Norte).



Figura 04 – Costão oeste da ilha Santa Bárbara onde ocorre desenvolvimento do recife em franja (demarcado pela linha amarela), local denominado de Caldeiros Sta. Bárbara, estação STA (Fotografia do autor, 2001).

### 2.2.2. Recife em franja da ilha Redonda

Devido à pouca profundidade da maior parte do recife que bordeja a ilha Redonda, apenas o lado leste desta ilha foi amostrado (Figura 06). Nesta porção do recife o crescimento dos organismos ocorre sobre matações de rochas de origem vulcânica (IBAMA/Funatura, 1991), até a profundidade de 5 m, onde termina o recife e inicia o fundo arenoso do canal da Barracuda. As espécies de corais aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis*, *M. hartti*, *M. hispida*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *F. leptophyla*, *Montastrea cavernosa*, *Agaricia agaricites* e *Porites branneri*, fazendo parte ainda desta lista o hidrocoral *Millepora alcicornis*. Este recife apesar de aberto a visitação não atrai mergulhadores e turistas e foi classificado neste trabalho como de uso moderado, designado como RED (Redonda).



Figura 05- Costão norte da ilha Sta. Bárbara (em primeiro plano) onde barcos aportam durante a entrada de ventos de sul. A linha amarela delimita parte da estação Portinho Norte (PNO). À direita na parte mediana da foto vê-se a ilha Guarita (Fotografia do autor, 2001).



Figura 06 – Costão leste da ilha Redonda, a linha amarela delimita a estação RED (Redonda) (Fotografia do autor, 2001).

### 2.2.3. Recife em franja da ilha Sueste

O recife em franja da ilha Sueste apresenta-se pouco desenvolvido e, à semelhança dos demais recifes, ele está edificado sobre matacões de rochas de origem vulcânica. Os corais que ocorrem nesta zona intangível apresentam, em muitos casos, fragmentações de sua estrutura que, provavelmente no passado, formavam uma única colônia. A porção do recife amostrada localiza-se no lado noroeste da ilha e sobre uma formação rochosa que se entende no sentido norte – sul também do lado noroeste da ilha (Figura 07). A profundidade máxima do recife é de 4 m, onde está a base dos blocos rochosos no fundo arenoso. As espécies de corais aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis*, *M. hartti*, *M. hispida*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *Agaricia agaricites* e *Porites astreoides*, e o hidrocoral *Millepora alcicornis*. Apesar de ser uma zona intangível este recife não apresenta os mais elevados índices de riqueza de espécies, e sua

classificação segue o plano de manejo, considerado como zona intangível, de nenhum uso. Esta estação está referida neste trabalho como SUE (Sueste).



Figura 07 – Lado norte da ilha Sueste, as linhas posicionam as estações estudadas (Fotografia do autor, 2001).

#### 2.2.4. Recife em franja da ilha Guarita

O recife em franja da ilha Guarita, como os demais recifes, cresce sobre blocos vulcânicos (Figura 08). A profundidade deste recife varia do nível do mar até 12 m, onde o fundo arenoso limita sua base. Por se tratar de uma ilha pequena, o recife foi amostrado em sua totalidade e as espécies aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis*, *M. hartti*, *M. hispida*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida*, *Scolimia welsii*, *Montastrea cavernosa*, *Agaricia agaricites*, *Porites astreoides* e *P. branneri*, e o hidrocoral *Millepora alcicornis*. Neste recife a classificação segue o plano de manejo e foi considerada como zona intangível, onde não é permitido qualquer tipo de uso. Este trabalho denomina esta estação de GUA (Guarita).

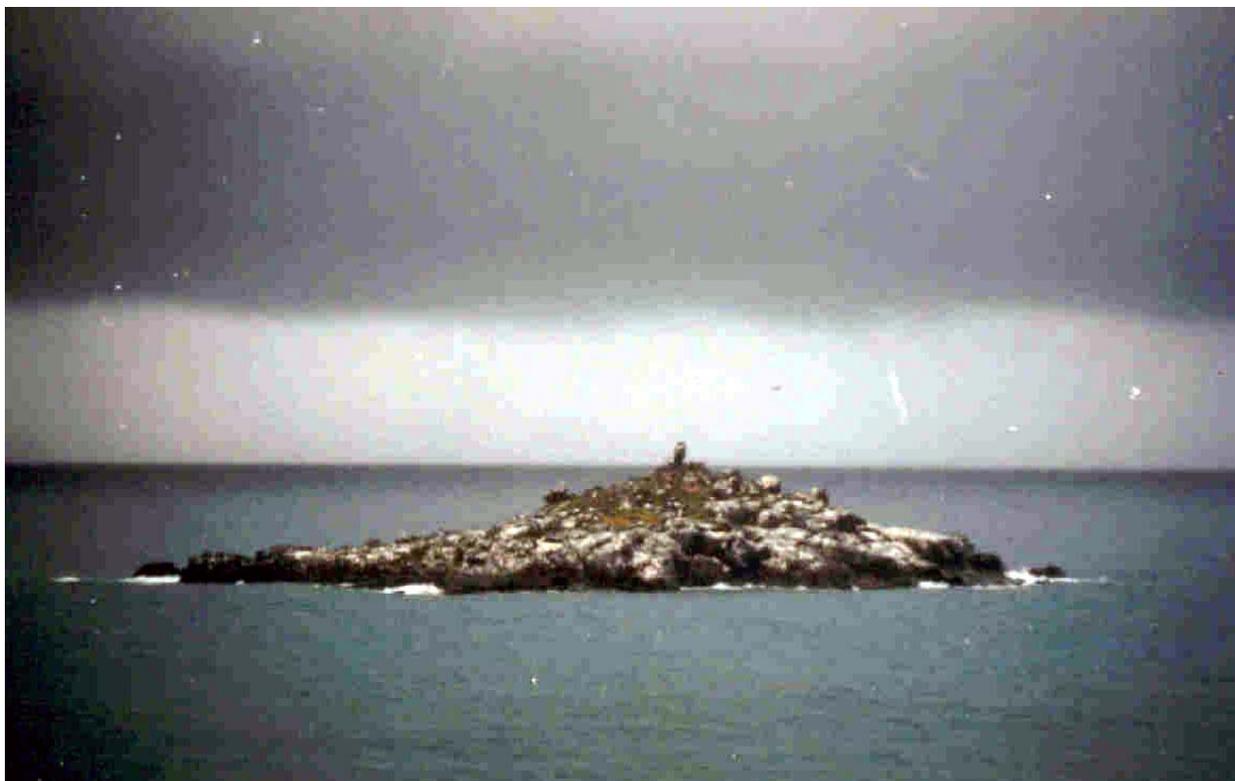


Figura 08 – Ilha Guarita, os blocos basálticos submersos servem de substrato para o crescimento dos organismos recifais, que bordejam toda a encosta da ilha. Estação GUA (Guarita) (Fotografia do autor, 2001).

### **2.3. Condições climáticas**

Situada na costa leste do Brasil, a região onde está o banco dos Abrolhos possui um clima tropical úmido com temperaturas médias em torno de 24° C no inverno e 27° C no verão e índices pluviométricos próximos a 1.750 mm/ano (Nimer, 1989). Os ventos predominantes são de NE durante a maior parte do ano (outubro a março) atingindo velocidades que variam de 4 a 17 nós. Durante os meses de junho a setembro ventos de E e SE são comuns, podendo atingir velocidade acima de 35 nós durante as tempestades de inverno (registros da Estação Meteorológica da ilha Sta. Bárbara no ano de 2000).

## 2.4. Batimetria

A plataforma continental na região de Abrolhos é limitada ao norte por bancos rasos que emergem de grandes profundidades (Castro & Miranda, 1998). Ela é, em geral, rasa, não excedendo 30 m de profundidade, sendo que na sua borda alcança profundidades em torno de 70 m a uma distância de cerca de 200 km da linha de costa. Entre os recifes costeiros e a linha de costa a profundidade média não ultrapassa de 15 m. O canal que separa os dois arcos recifais (interno e externo) possui profundidades que variam de 20 a 30 m (Marinha do Brasil, DHN, 1970; cartas náuticas n<sup>os</sup>. 1310 e 1311). As ilhas do arquipélago são circundadas por bancos arenosos com profundidade média de 11 m. Os “chapeirões” com base a profundidades que variam de 20 a 30 m estão rodeados por sedimentos finos inconsolidados. Os bancos recifais situados próximos à linha de costa apresentam profundidades de base que variam entre 10 e 15 m.

## 2.5. Parâmetros oceanográficos

### 2.5.1. Correntes

A corrente de contorno oeste, conhecida como Corrente do Brasil, está associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul, e tem sua origem abaixo de 10<sup>o</sup> S na região onde o ramo mais sul da Corrente Sul Equatorial se bifurca formando a Corrente Norte do Brasil. A Corrente do Brasil é uma corrente rasa, quente e salina constituída, principalmente, por águas tropicais fluindo próximo à quebra da plataforma (Silveira *et al.* 2000). Esta corrente pode alcançar uma velocidade de 0,7 nós (Atlas de Cartas Piloto, 1974), sendo mais comum a ocorrência de valores entre 0,3 e 0,5 nós (Castro & Miranda, 1998), e é a principal corrente presente no banco dos Abrolhos.

Para o banco dos Abrolhos as águas observadas na plataforma são o resultado da mistura de três massas de água: Água Tropical (AT), quente e salina, transportada para sul em camadas

superficiais da Corrente do Brasil, Água Central do Atlântico Sul (ACA), fria e de menor salinidade, a qual posiciona-se abaixo da Água Tropical no talude continental, e a Água Costeira (AC), caracterizada por baixa salinidade e alta temperatura, presente no interior da plataforma próximo à superfície (Castro & Miranda, 1998).

### **2.5.2. Marés**

Os dados disponíveis de maré são do porto de Ilhéus e do porto de Vitória, situados aproximadamente 300 km ao norte e ao sul da região de Abrolhos. As marés são semidiurnas (Barros, 2001) com amplitude de 1,6 a 1,7 m (Tábua de Marés, 2001).

### **2.5.3. Temperatura das águas**

A temperatura superficial das águas no banco dos Abrolhos possui uma pequena variação sazonal. Nos períodos mais quentes, de janeiro a abril, as temperaturas variam entre 27<sup>0</sup> e 28<sup>0</sup> C, enquanto que entre os meses de julho a outubro, período mais frio, as temperaturas oscilam entre 24<sup>0</sup> e 25<sup>0</sup> C. A variação vertical da temperatura da água no paralelo 19<sup>0</sup> 00' S não passa de 2<sup>0</sup> C mais fria que a da superfície.

### **2.5.4. Salinidade**

A salinidade das águas superficiais no banco dos Abrolhos se mostra estável ao longo de todo o ano com valores em torno de 36,5 (Castro & Miranda, 1998). Durante o período quando

foram coletados os dados deste trabalho (março de 2002) os valores amostrados de salinidade variaram entre 36 e 37.

## **2.6. Descarga fluvial**

Nesta parte da costa baiana existem apenas pequenos rios que contribuem com descarga de sedimento diretamente no banco dos Abrolhos. Apenas recentemente iniciaram-se estudos quantitativos da descarga do rio Caravelas, cujos dados ainda não estão disponibilizados para o público. Análise da composição do sedimento mostra influência de sedimentação de origem terrígena no entorno dos recifes costeiros, enquanto que nos recifes externos o sedimento inter-recifal tem composição predominantemente carbonática (Leão, 1982, Leão & Ginsburg, 1997).

### **3. REVISÃO SOBRE OS RECIFES DA ÁREA ESTUDADA E OS PROBLEMAS RELACIONADOS COM A SUA CONSERVAÇÃO**

#### **3.1. Os recifes de coral do estado da Bahia**

A descrição dos recifes de corais brasileiros distingue dois grandes grupos de recifes – recifes próximos da costa e recifes oceânicos - ambos os tipos são fortemente influenciados pelo delineamento do seu substrato, como antigos recifes, rochas do embasamento pré-cambriano, intrusão vulcânica, arenito de praia e terraços de abrasão (Leão *et al.*, 2003). Estes recifes não formam uma entidade homogênea e nosso conhecimento sobre eles varia de forma considerável de uma região para outra (Castro & Pires, 2001). Contudo, algumas linhas gerais podem ser traçadas.

As informações dispersas dos recifes localizados na região norte do Brasil indicam comunidades oceânicas ou costeiras dominadas por algas coralináceas e o coral *Siderastea stellata* ocorrendo como principal construtor das estruturas recifais. Os recifes costeiros da região nordeste têm, em comum, linhas de recifes alongados crescendo, na maioria dos casos, sobre arenitos de praia paralelos à linha da costa. Como no caso dos recifes do norte, estes recifes costeiros da região nordeste não estão devidamente mapeados e não há registros sobre sua composição interna (Castro & Pires, 2001).

Os recifes da costa leste do Brasil, no estado da Bahia, são os mais bem estudados. Eles ocorrem com as mais diversas formas - alongados, circulares, elípticos (Nolasco, 1988; Araújo 1988; Leão, 1996; Leão *et al.* 1985; Leão *et al.* 1988; Kikuchi & Leão 1998), e estão caracterizados pela ocorrência dominante da espécie endêmica *Mussismilia braziliensis*, que é um importante construtor recifal na área de Abrolhos. Eles apresentam, também, uma forma de crescimento característica - cogumelos com variados tamanhos, os quais são conhecidos pelo nome de “chapeirões”.

Leão (1996) fez uma revisão sobre a morfologia e a distribuição dos recifes do estado da Bahia dividindo-os em cinco distintos setores. Destes setores, dois são quase completamente

desconhecidos (região de Tinharé-Boipeba e baía de Camamú), enquanto que nos outros três (costa norte do estado, baía de Todos os Santos e região de Abrolhos) estão descritos vários aspectos da história geológica, geomorfologia e estrutura das comunidades recifais. A distribuição e a extensão dos recifes submersos, em todos os setores da costa brasileira, são ainda pouco conhecidas (Castro & Pires, 2001). Nas áreas mais estudadas cinco diferentes tipos de recifes estão descritos (Leão, 1996): (i) bancos recifais adjacentes à praia, que são estruturas recifais descontínuas com formas variadas, freqüentemente alongadas, e usualmente paralelas à linha da costa; (ii) bancos recifais isolados desligados da costa, que são estruturas recifais de variados tamanhos (<10m a >20m) e formas (alongados, circulares, semi-arqueados), que devido à descontinuidade lateral das suas estruturas os fazem muito diferentes dos exemplos clássicos de recifes em barreiras descritos na literatura pertinente; (iii) recifes em franja, mais ou menos contínuos, formados pela incrustação de organismos calcários em afloramentos de substratos rochosos que bordejam a costa das ilhas; (iv) pináculos isolados de coral, de oceano aberto, que são os chapeirões gigantes que crescem no fundo oceânico e usualmente atingem a superfície do mar, e (v) recifes superficiais, que são construções de corais e algas não espessas que se desenvolvem, freqüentemente, acima das linhas de arenitos de praia, e estão localizados paralelamente e próximos à linha da costa (Figura 09).

### **3.1.1. O Banco de Abrolhos**

O banco de Abrolhos é um alargamento da parte sul da plataforma continental do estado da Bahia, e é a maior e mais rica área de recifes de corais do oceano Atlântico Sul Ocidental (Laborel, 1969; Leão, 1982, 1994, 1996; Leão *et al.*, 1988; Castro, 1994; Prates, 2003). Este banco estende-se até cerca de 200 km para fora da linha de costa, e tem uma área de cerca de 40.000 km<sup>2</sup>, a partir da latitude 17°19'30"S (costa da cidade do Prado no estado da Bahia), até a latitude 19°30'30"S (costa da cidade de Regência no estado do Espírito Santo) (Figura 10). A sua porção mais interna, até uma profundidade de 20 m, tem uma topografia suave. As porções média e externa apresentam numerosos bancos rasos, canais estreitos de paredes escarpadas, inúmeras construções biogênicas e feições vulcânicas aflorantes que constituem as cinco ilhas do arquipélago dos Abrolhos. A profundidade na borda da plataforma é em torno de 70m.

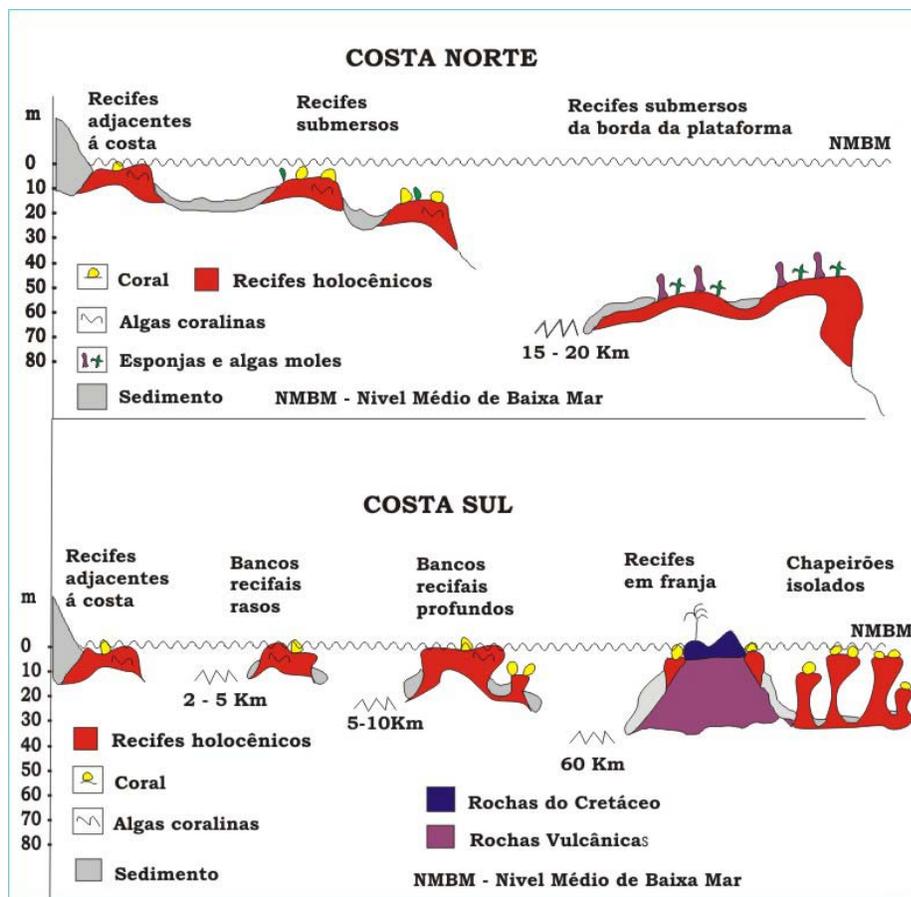


Figura 09 - Esquema ilustrativo dos principais tipos de recife que ocorrem ao longo do litoral do Estado da Bahia (modificado de Leão & Kikuchi, 1999).

Os recifes submersos são citados na borda da plataforma por Mello *et al.* (1975). Como está ilustrado no mapa da figura 11, eles se estendem em quase toda a borda dos bancos de Abrolhos e Royal Charlotte. Embora os autores os denominem de recifes algais, não há registros publicados da composição interna desses recifes.

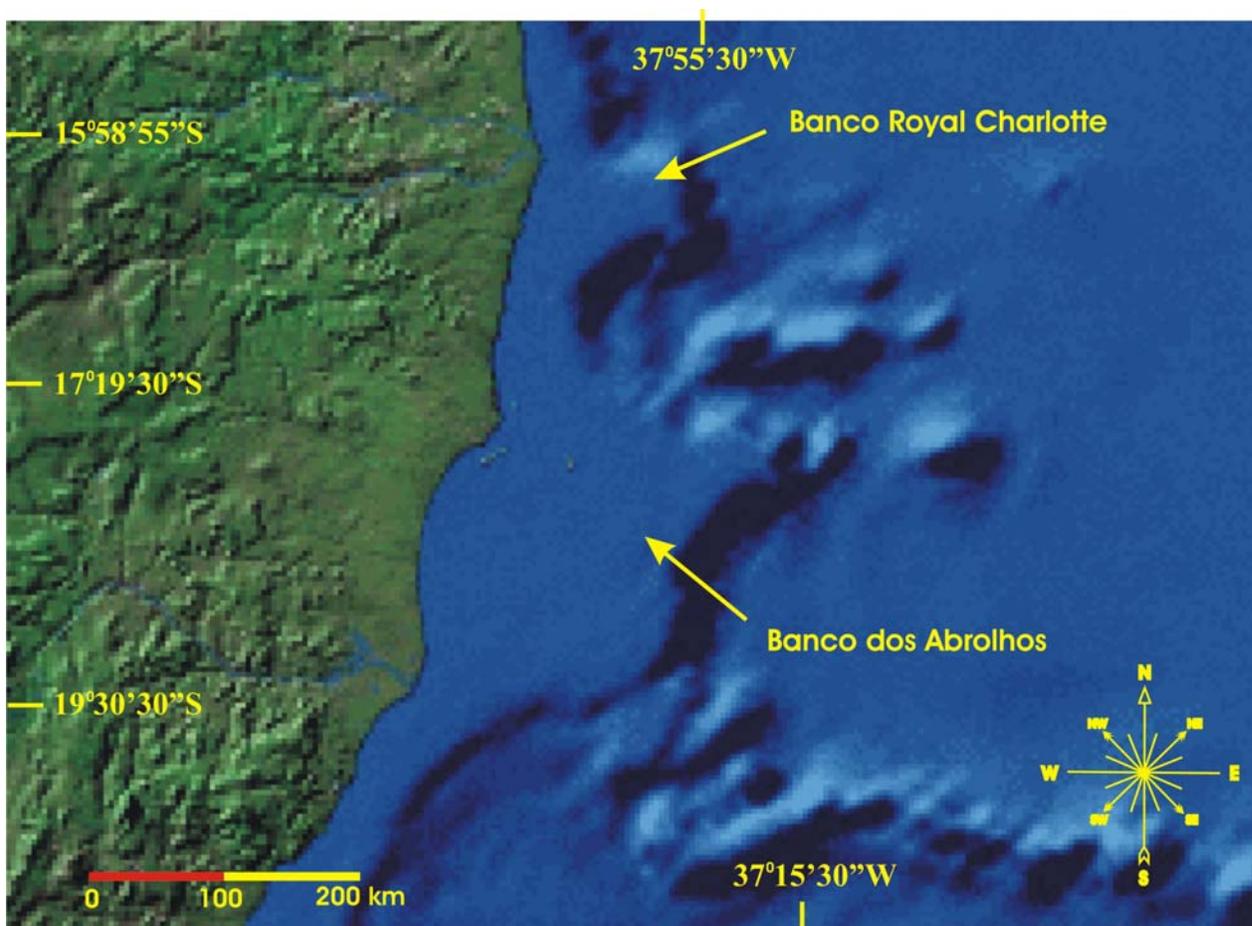


Figura 10 – Imagem da topografia submarina da plataforma continental sul do estado da Bahia, ilustrando os bancos de Abrolhos e Royal Charlotte (Modificado de Environment Systems Research Institute, Inc – Data & Maps – DVD-ROM-World Topography and Bathymetry).

Os recifes de Abrolhos, de um modo geral, são considerados em bom a médio estado de conservação (Kikuchi *et al.*, 2003), e formam estruturas de variados tamanhos e morfologias (Leão, 1996), incluindo recifes em franjas incipientes, colunas recifais isoladas (os chapeirões) e bancos recifais costeiros (chapeirões coalescidos), os quais estão localizados entre cerca de 5 km (arco costeiro) e 75 km (arco externo) distantes da linha da costa (Figura 12). No arco costeiro, o maior conjunto de recifes (Parcel das Paredes, figura 13) atinge cerca de 30 km de extensão, com uma área superior a 250 km<sup>2</sup>, e é formado por recifes com dimensões variadas, sendo que o maior deles é o recife da Pedra Grande que está acompanhado por recifes menores completando este arco recifal. O arco externo é constituído pelos chapeirões isolados do Parcel dos Abrolhos, situado à

cerca de 2 km da costa leste das ilhas do arquipélago dos Abrolhos. Ele tem uma extensão de cerca de 12 km (Leão, 1996).

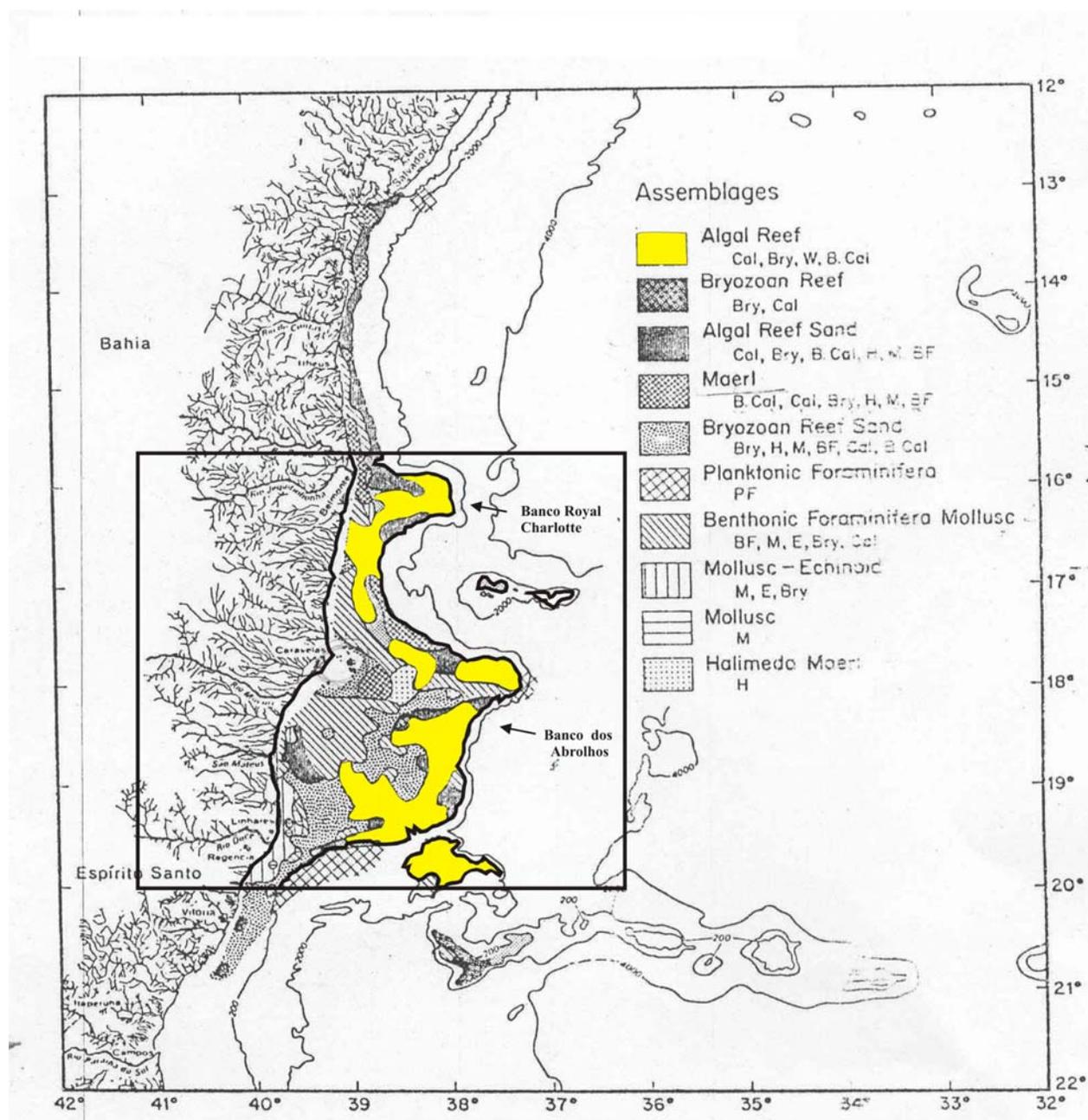


Figura 11 – Mapa ilustrativo dos tipos de comunidades biogênicas na superfície dos bancos Royal Charlotte e Abrolhos na parte sul da plataforma continental do estado da Bahia (Modificado de Melo *et al.*, 1975).

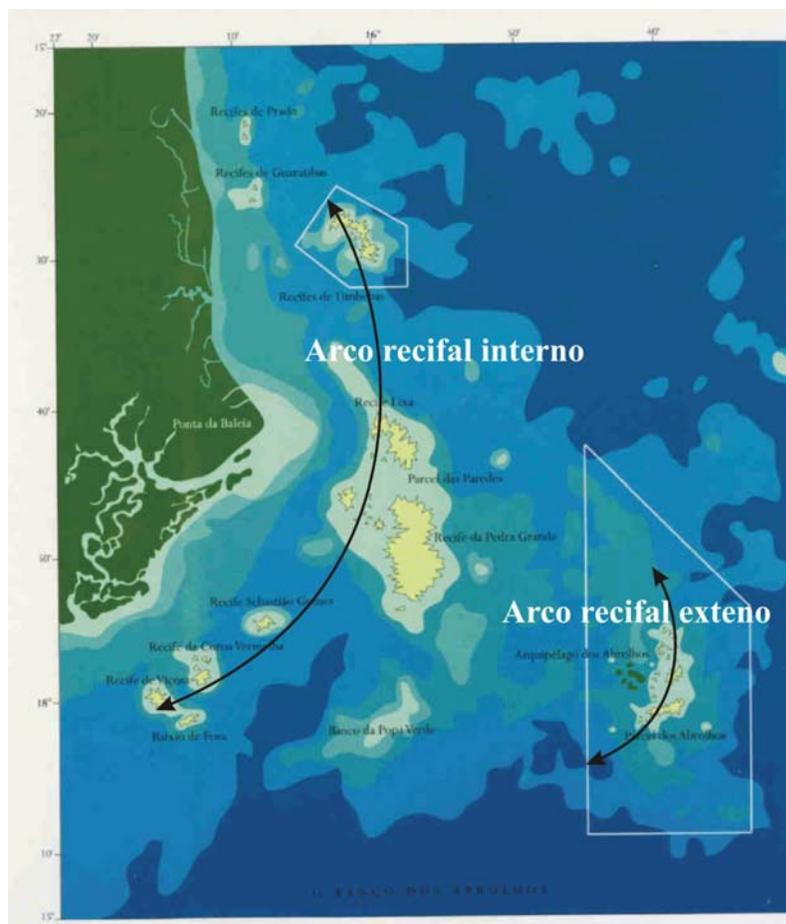


Figura 12 – Recifes da região de Abrolhos compondo os arcos interno e externo (arcos em negro no mapa), os polígonos em branco delimitam o ParNaM dos Abrolhos (Modificado de Hetzel & Castro, 1994).

A fauna de corais de Abrolhos apresenta um forte endemismo e uma baixa diversidade de espécies. Até o presente foram identificadas, apenas, dezoito espécies de corais pétreos no Brasil (Laborel, 1969; Castro, 1994; Leão *et al.*, 2003) menos de um quarto do número de espécies descritas para o oceano Atlântico Norte. Apesar das condições de temperatura, salinidade e profundidade serem favoráveis para a presença de uma diversa fauna de corais, a alta turbidez das águas, sobretudo durante os temporais de inverno, e a conseqüente deposição de sedimento siliciclástico nas áreas recifais pode ter impedido o estabelecimento de muitas outras espécies de corais, mas não o crescimento das espécies endêmicas, as principais construtoras dos recifes (Leão & Kikuchi, 2001). Das dezessete espécies de corais escleractíneos encontradas em Abrolhos, as

espécies *Mussismilia braziliensis*, *M. harttii*, *M. hispida*, *Favia grávida*, *F. leptophyla* e *Siderastea stellata* são endêmicas (Leão *et al.*, 2003), sendo que *Mussismilia braziliensis* (Figura 14) é a espécie mais abundante nas partes superiores dos recifes de toda a costa sul do estado da Bahia (Leão, 1982; Castro, 1994).



Figura 13 – Foto aérea do recife do Parcel das Paredes (Foto de Carlos Secchin, em Hetzel & Castro, 1994).

### 3.1.2. O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (ParNaM dos Abrolhos)

O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, que embora tenha sido criado desde 1983, por um decreto presidencial sob a jurisdição do IBAMA, só foi implementado em 1988, quando deu início a elaboração do seu Plano de Manejo (Gonchoroski *et al.* 1989). O parque abrange uma área de cerca de 900 km<sup>2</sup> compreendendo os recifes das Timbebas no arco costeiro, os recifes em franja das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos e os chapeirões do arco externo de recifes (ver figura 12).



Figura 14 – O coral endêmico *Mussismilia braziliensis*, Verril 1898, na sua forma cogumelar típica, comum nos recifes do banco dos Abrolhos (Fotografia de Leo Dutra, 2001).

Três tipos morfológicos de recifes estão representados dentro da área do parque: 1) os bancos recifais rasos afastados da costa e bordejados por chapeirões de médio e pequeno porte (os recifes das Timbebas), 2) os recifes em franja que bordejam as ilhas do arquipélago e 3) os chapeirões gigantes do Parcel dos Abrolhos.

Laborel (1969) foi quem realizou o primeiro estudo qualitativo sobre a ecologia da população dos corais da costa brasileira, contemplando a região de Abrolhos. Em 1982, Leão descreve a morfologia, a geologia e a história evolutiva destes recifes, mostrando os efeitos das flutuações do nível do mar durante o Holocênio na morfologia dos recifes (Leão *et al.*, 1985), e suas formas características de crescimento (Leão *et al.*, 1988). Pitombo *et al.* (1988) fizeram um estudo quali-quantitativo da fauna coralínea dos recifes em franja do arquipélago, sobrepondo,

quase duas décadas depois, uma das estações visitadas por Laborel. A partir da década de oitenta, estudos sobre a influência antrópica nos ecossistemas coralíneos (Coutinho *et al.*, 1993; Leão, 1996), a composição (Villaça & Pittombo, 1997), a reprodução das espécies de corais (Pires *et al.*, 1999), os distúrbios e recuperação da macro-flora (Creed & Amado Filho, 1999), a metodologia de estudo para os recifes de Abrolhos (Segal, 1998; Segal & Castro, 2001), a coexistência de organismos recifais (Lins de Barros *et al.*, 2000), e a estrutura da comunidade recifal (Segal & Castro, 2003), têm sido realizados em vários recifes da região de Abrolhos.

Embora existam descrições sobre os recifes de Abrolhos desde o século dezenove, avaliações sobre as condições vitais dos corais construtores dos recifes que fazem parte do Parque Nacional só iniciaram a partir do ano de 2000, quando foram levantadas, apenas nos recifes do arquipélago e nos chapeirões de alto mar, as principais características que diagnosticam a saúde de um recife (Kikuchi *et al.*, 2003). Em 2001 e 2002 novas avaliações foram realizadas, incluindo os recifes das Timbebas e outros recifes do arco interno, para que se pudesse investigar as condições atuais de todos os recifes que compõem o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos.

### **3.1.2.1. O plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos**

O plano de manejo do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, publicado em 1991 pelo IBAMA/Funatura, tem por objetivo fornecer diretrizes para a conservação dos recursos naturais contidos nesta Unidade de Conservação. O capítulo três deste documento trata do zoneamento da Unidade, delimitando as áreas do ParNaM dos Abrolhos que estão abertas ao uso público e aquelas onde qualquer tipo de uso é proibido. Para definir estas áreas alguns objetivos específicos foram levados em conta, entre eles podemos ressaltar: a necessidade de se conservar amostras do ecossistema marinho excepcionalmente rico em recifes de coral, a proteção de espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, como é o caso de algumas espécies de coral, e a preservação da área como refúgio do Pleistoceno, relativo às espécies de coral arcaicas aí encontradas (IBAMA/Funatura, 1999).

O zoneamento proposto para o ParNaM dos Abrolhos define seis áreas distintas, a saber: (i) Zona Intangível, onde a primitividade da natureza permanece intacta, não se tolerando quaisquer alterações humanas, inclusive visitas, apresentando o mais alto grau de preservação, esta zona dedica-se à proteção integral do ecossistema, e dos recursos genéticos e ao monitoramento ambiental; (ii) Zona Primitiva, onde tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana, serve de área de amortecimento para as zonas intangíveis apresentando um grande valor científico; (iii) Zona de Uso Extensivo, áreas naturais adjacentes à Zona Primitiva onde algumas alterações humanas já são observadas, porém com um mínimo impacto; (iv) Zona de Uso Intensivo, constituída de áreas naturais alteradas pela atividade humana, estas zonas servem para recreação e são utilizadas de modo intensivo pelo público, acarretando assim grandes mudanças no ambiente; (v) Zona Histórico-Cultural, referente aos sítios arqueológicos localizados dentro da Unidade de Conservação, são os locais onde, no passado, ocorreram eventos históricos, como é o caso dos naufrágios; e (vi) Zona de Recuperação, trata-se de áreas com intensos sinais de degradação e onde se pretende alcançar o restabelecimento dos recursos naturais, esta zona é provisória, pois uma vez reconstituída, será incorporada a uma das zonas permanentes. O processo de recuperação poderá ser natural ou, se necessário, manipulado. Uma última área, não contemplada no plano de manejo é a parte terrestre da Ilha Santa Bárbara, a qual faz parte de uma zona militar pertencente à Marinha do Brasil, esta área é designada como zona especial e serve apenas de apoio a equipe do IBAMA que permanece no arquipélago. Nenhum tipo de programa ou controle é exercido pelo órgão ambiental nesta zona, até o presente momento (Figura 15).

### **3.2. Monitoramento dos recifes de corais**

Um recife de coral constitui uma das mais complexas comunidades do ambiente marinho, formado pela associação de alguns milhares de espécies de diferentes tipos de animais e vegetais que ocupam vários nichos ecológicos. Os corais constituem a base da estrutura rochosa do recife e servem de substrato para outras inúmeras espécies de organismos que se instalam em sua massa esquelética, como é caso de certas esponjas, poliquetos, serpulídeos, bivalves e gastrópodes, e

servem, ainda, de abrigo para peixes, equinodermas, crustáceos, moluscos e outros organismos (Loya, 1972).

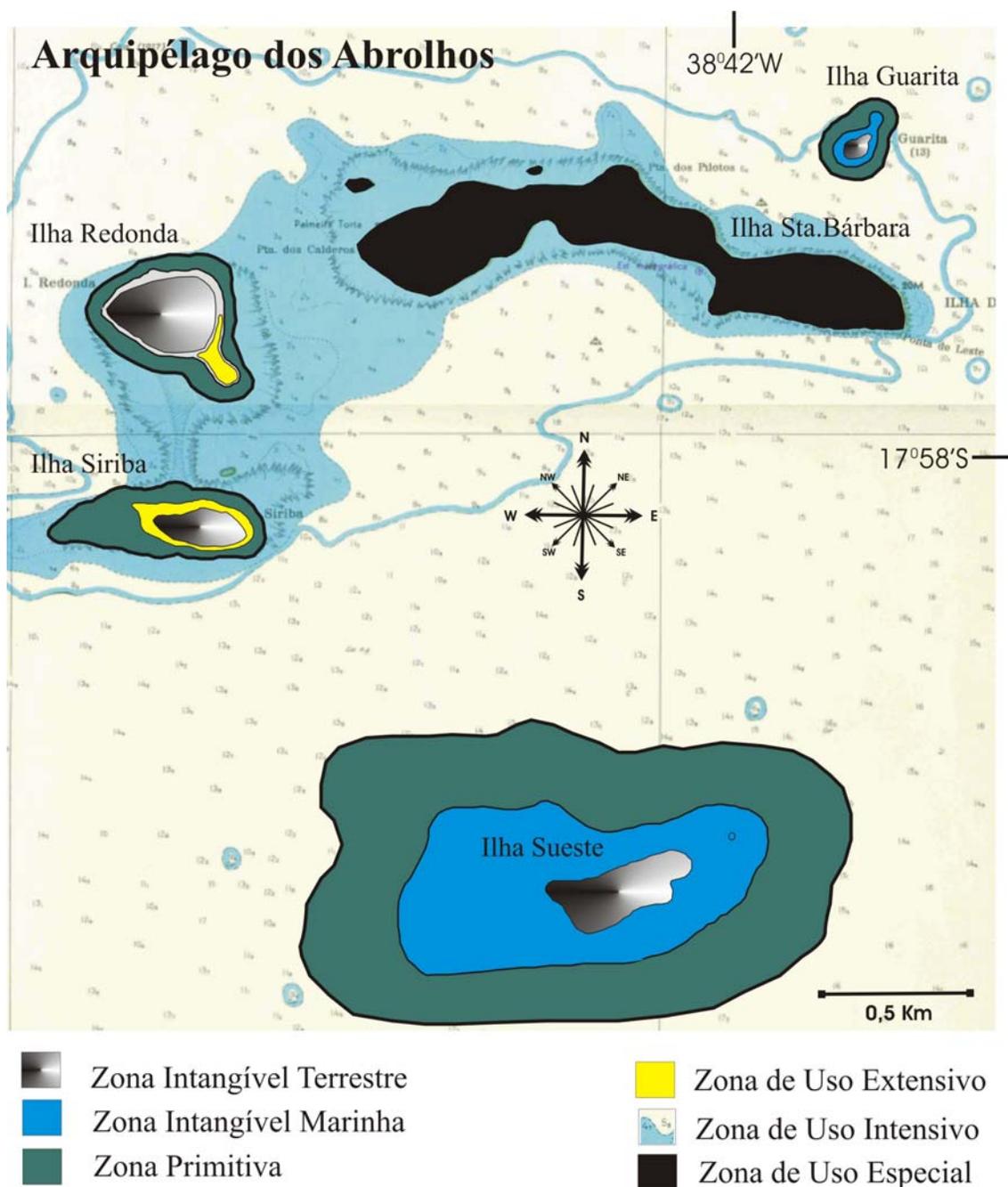


Figura 15 - Mapa do arquipélago dos Abrolhos com indicação do zoneamento proposto no plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos (IBAMA/Funatura, 1991).

Os corais construtores de recifes, os corais zooxantelados, são caracterizados por sua intensa atividade de calcificação e notável habilidade para construir estruturas esqueléticas maciças de carbonato de cálcio (Loya, 1972). Apesar dos recifes do banco dos Abrolhos não possuírem a diversidade de corais que é encontrada, por exemplo, nos recifes do oceano Indo-Pacífico e do mar do Caribe, a complexidade do ecossistema existe e sua fragilidade necessita ser estudada. Algumas das espécies de corais encontradas no Brasil como, por exemplo, o coral endêmico *Mussismilia braziliensis*, são os principais organismos responsáveis pela edificação das gigantescas estruturas recifais que constituem os chapeirões encontrados no banco de Abrolhos (Leão *et al.*, 1988).

No final da década de oitenta estudar e monitorar todos os aspectos da estrutura e do funcionamento dos recifes era tido quase como impossível. Além disso existia uma lacuna na padronização dos métodos para monitoramento (Rogers, 1988). Não que hoje todos os parâmetros possam ser estudados, sem grande dificuldade, porém existem protocolos que visam a padronização de um método para monitoramento, como por exemplo, o AGRRA - Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (Ginsburg *et al.*, 1999), que como os demais protocolos de monitoramento, tem como objetivo a observação da comunidade bentônica para documentar, quantitativamente, a cobertura e a distribuição das espécies, fornecendo a base para comparações de naturezas diversas (Rogers, 1988).

Monitoramento é a coleção de informações a respeito do estado do sistema ou dos seus recursos, para acompanhar as mudanças sofridas com o tempo (Dahl, 1981). A avaliação a longo prazo em recifes de corais pode ser ideal se levar em conta três níveis: (1) a rotina na obtenção dos dados ambientais como temperatura, salinidade e turbidez, (2) a investigação dos organismos bentônicos através da combinação de fotografias com método de transectos/quadrados e documentação sobre a população de peixes, e (3) a pesquisa experimental em componentes do sistema seguindo as direções das mudanças que ocorrem no ambiente. No final poderá se concluir que a melhor compreensão da dinâmica recifal auxilia na diferenciação entre os distúrbios causados pelo homem daqueles de origem natural (Rogers, 1988).

### 3.3. Zoneamento no uso dos recifes

Muito freqüentemente, monitoramento e manejo em áreas marinhas protegidas são focados em locais deteriorados ou ameaçados. Como resultado, uma linha principal crítica para locais minimamente degradados torna-se muito limitada, ainda que essencial para cientistas e administradores na tentativa de entender as causas e os porquês das mudanças nos recifes de corais (Jameson *et al.*, 1999). Dustan (1993) pensou que por estar situado longe de centros urbanos o recife de Carysfort, na Flórida, poderia estar menos impactado pelas atividades humanas. A intenção deste pesquisador foi poder transformar o recife de Carysford em referência para comparações com outros recifes da região. Ele pensou que se uma mudança estiver para ocorrer é, talvez, maiormente detectável em áreas com alta abundância e diversidade de corais podendo, com isso, auxiliar não somente no manejo das áreas recifais como, também, fornecer bases de conhecimento para o zoneamento dos recifes de coral.

As áreas recifais além de serem importantes para muitos pescadores artesanais e servirem de incremento para a pesca comercial, elas são também importantes locais de turismo e recreação, provêm proteção para os portos e a costa e são produtoras de sedimento (Dahl, 1981). Por serem os recifes um recurso significativo, particularmente em vários países pobres e/ou em desenvolvimento, o monitoramento e o manejo das áreas recifais acaba criando problemas de caráter administrativo, visto o conflito de interesses dos envolvidos em explorar estes recursos. Somente se tiverem sido providenciadas bases científicas é que a administração responsável pelos recifes poderá provar a relevância de um correto esquema de zoneamento (Riegl & Riegl, 1999).

Dentro deste contexto de uso dos recifes, o mergulho turístico é uma poderosa indústria que se vale destes ambientes, e tem nos recifes de coral a sua maior atração. Esteticamente prazerosos os recifes de corais são uma importante fonte econômica (Allison, 1996) contudo, nos locais de maior uso, as injúrias causadas por mergulhadores são, na atualidade, a principal causa da mortalidade dos corais, como é o caso do Parque Nacional de Ras Mohammed no Egito (Médio *et al.*, 1997). Em muitos países, como por exemplo, nas ilhas Maldivas, o turismo é uma oportunidade econômica mas é, também, uma ameaça ao ecossistema (Allison, 1996).

Estudos quantitativos têm demonstrado que existem diferenças entre áreas de uso intensivo e áreas intangíveis (Jameson *et al.*, 1999). Para demonstrar este fato, Hawkins & Roberts (1992) coletaram informações sobre o número de colônias intactas de corais pétreos, o número de colônias parcialmente mortas, de colônias recentemente quebradas, de colônias lesionadas por abrasão, e o número de fragmentos de corais vivos dispersos e recolocados no substrato, assim como a porcentagem da cobertura de corais moles. Eles obtiveram, como resultado em todas estas medições, que os danos eram significativamente maiores nas áreas onde o mergulho era mais intenso, mostrando que nestas áreas, as mudanças temporais na comunidade diferenciavam das observadas nas áreas de pouco uso.

Diante disso, a melhor maneira de conservar ambientes recifais é, sem dúvida, minimizar o impacto antropogênico. Devido ao fato da economia de alguns países depender do turismo do mergulho, as medidas de limitação do número de mergulhadores e a exclusão deles de certas áreas, sem oferecer outras alternativas, pode não ser economicamente aceitável (Van Treek & Schuhmacher, 1998). No caso das Unidades de Conservação que envolvam recifes de corais, o plano de manejo prevê a delimitação de áreas para uso dos mergulhadores e outras áreas que são consideradas intangíveis, destinadas à total conservação, sem que isso implique em perdas econômicas. Assim, o ideal é que as reservas possuam áreas abertas a visitação assim como áreas especiais protegidas para servirem de estoque, um “reservatório de larvas” localizado, preferencialmente, a barlavento da área aberta ao uso (Riegl & Riegl, 1999), favorecendo, assim, o aporte de organismos nascidos nas áreas sem uso para as áreas freqüentadas por turistas.

#### **3.4. Distúrbios e indicadores ambientais nos recifes**

Os distúrbios são os eventos que danificam ou matam os organismos residentes (no caso os corais) em um dado local, sendo classificados como agudos ou crônicos. Podem, também, serem classificados de acordo com o tipo de efeito físico e/ou biológico que tenham no ambiente nos quais vivem os corais, assim como se eles afetam o ambiente direta ou indiretamente (Connell, 1997). Impactos urbanos nos recifes de coral não são recentes. Já no início da década de oitenta

pesquisadores como Dahl (1981) alertavam o agravamento deste problema em muitas partes do mundo e, particularmente, nos países em desenvolvimento.

Os impactos urbanos representam ameaça através das várias atividades antrópicas, as quais contribuem para o aumento da turbidez e da siltação na água, da carga de nutrientes e de matéria orgânica, da poluição por produtos químicos e óleos e da carga térmica como, também, pelos danos físicos que causam quebraimento e remoção seletiva de organismos ou componentes da biota, produzindo desequilíbrio e interferindo no ciclo de nutrientes do ecossistema (Dahl, 1981). Estas perturbações podem mudar o ambiente biológico diretamente de várias maneiras como, por exemplo, alterar a abundância e a distribuição da associação das espécies de organismos (Connell, 1997).

Os efeitos dos distúrbios humanos nos recifes de coral têm sido fonte de interesse já há alguns anos (Ginsburg & Glynn, 1993). Devido ao lento crescimento da sua estrutura carbonática, relativamente frágil, e a facilidade com que seus pólipos são esmagados, os corais pétreos (escleractíneos), responsáveis pela formação do substrato e da complexidade estrutural dos recifes, são vulneráveis aos estragos causados pelas atividades recreacionais (Tratalos & Austin, 2001). O maior incremento de turistas visitando uma área, e em particular um grande aumento das atividades subaquáticas, danificam o esquema integrado de zoneamento baseado na ecologia dos corais, assim como na ecologia dos peixes e de outros organismos relevantes no ecossistema (Riegl & Riegl, 1999).

Estudos recentes têm mostrado a complexidade evolutiva da estrutura recifal, as mudanças das comunidades no desenvolvimento dos recifes, em particular, e a complexidade temporal como um sistema de respostas para situações extremas de epidemias e tempestades (Dahl, 1981). Para que haja compreensão destas mudanças, parâmetros ambientais devem ser observados e, se possíveis, medidos. Por serem suscetíveis às mudanças ambientais e serem sésseis, os corais centralizam as observações nos trabalhos de monitoramento dos recifes. Estas observações têm como base as medições das taxas de cobertura dos corais vivos, da diversidade de espécies dos corais, da mortalidade das colônias, do número de ocorrência de recrutas, entre outros aspectos, os quais são de suma importância para acessar a vitalidade do recife. Entre os trabalhos que utilizam ao menos um destes parâmetros em suas avaliações estão aqueles de autoria de: Niel (1990), Hawkins & Roberts (1992, 1993, 1997), Riegl & Riegl (1996), Allison (1996), Medio *et al.*

(1997), Epstein *et al.* (1999), Jameson *et al.* (1999), Hawkins *et al.* (1999), Tratalos & Austin (2001), Zakai & Chadwick-Furman (2002), Kikuchi *et al.* (2003).

O objetivo das observações da comunidade bentônica é documentar, quantitativamente, a cobertura e a distribuição das espécies, fornecendo a base para futuras comparações (Rogers, 1988). Estudos que consideram corais são especialmente importantes, mas precisam ser combinados com estudos de manejo de outras ordens taxonômicas para permitir chegar a uma maior integração administrativa do ambiente (Riegl & Riegl, 1999). Coberturas de algas filamentosas e de macroalgas devem ser cuidadosamente registradas, devido a grande importância dessas algas como indicadores do aumento de nutrientes e mudanças na herbivoria (Rogers, 1988).

O protocolo de monitoramento AGRRA (Ginsburg *et al.*, 1999) usa como indicadores da vitalidade do ecossistema recifal dados da comunidade de corais, das algas e dos peixes, correlacionando as ocorrências e densidades destes organismos com alguma provável mudança ambiental. A importância de se usar indicadores comuns nas áreas recifais, empregando uma mesma metodologia é a possibilidade de comparação dos dados, entre diferentes áreas recifais.

### **3.5. Manejo de áreas recifais**

O manejo efetivo dos recifes de coral significa controlar, de forma efetiva, as atividades humanas impactantes como, por exemplo, o fundeio de embarcações, a ancoragem sobre os corais, a sobre-pesca, o quebramento dos corais devido à atividade dos mergulhadores, as descargas de esgotos e a negligência com o desenvolvimento costeiro (Rogers, 1988). A meta do manejo é, geralmente, manter ou aumentar as características desejadas do sistema, como a sua estabilidade e diversidade, a produtividade das espécies ou materiais úteis, a estrutura do recife ou sua estética, assim como seus valores científicos ou de conservação (Dahl, 1981). Informações para a avaliação exata das condições dos locais de mergulho são essenciais para um manejo efetivo. Para servirem, os programas de monitoramento precisam ser elaborados tendo em mente as questões científicas e de manejo, e o seu desenvolvimento e a sua implantação devem envolver o mais extensivamente possível o administrador e os grupos de uso (Jameson *et al.* 1997). Uma necessidade particular é a

habilidade para, rapidamente e com exatidão, acessar as condições do ecossistema e o nível de ameaças ambientais envolvidas (Eakin *et al.*, 1997).

Em muitos casos os administradores de parques não têm o suporte do público e/ou dos governantes. As pessoas estão interessadas, apenas, em resultados de curto prazo. As conseqüências de longo prazo, que são difíceis de demonstrar e defender, têm um potencial muito mais severo que os efeitos de curto prazo (Sybesma, 1988). Hughes (1993) enumera cinco razões para a utilidade dos estudos de longo prazo: (i) alguns processos ecológicos são lentos e não detectáveis em curto tempo. A longevidade de muitos corais força o uso de escalas de estudo compatíveis com o longo tempo de vida desses organismos, (ii) muitos processos ecológicos têm uma variabilidade anual alta, (iii) monitoramentos de longo prazo revelam a história recente da comunidade recifal, (iv) monitoramentos são essenciais para investigação de eventos raros ou episódicos, e (v) monitoramento nos permite avaliar o impacto das atividades humanas em relação ao conhecimento prévio da dinâmica do recife.

No caso específico das atividades de mergulho, Van Treek & Schuhmacher (1999) levantam alguns dos principais aspectos que precisam ser compreendidos pelos administradores ambientais para um correto manejo das áreas recifais: (i) o mergulho autônomo iniciou um movimento de massa, ainda que o espírito da aventura individual continue existindo, (ii) o mergulho deve ser visto como uma indústria, (iii) do modo que avança, a viabilidade e a acessibilidade dos ambientes naturais são pré-requisitos na escolha dos locais, (iv) o esforço do manejo costeiro deve considerar não somente aspectos ambientais, mas também, o significado do turismo para a economia local. Restrições irão afetar diretamente a “vantagem competitiva” de um destino de mergulho comparado com outro. Conseqüentemente, empresários poderão mudar o destino dos mergulhos para locais mais tolerantes, muito provavelmente para países com uma economia fraca e regulação ambiental forçada, e (v) a regulação proibitiva sozinha irá, provavelmente, reduzir a “degradação” dos recifes pelos mergulhadores, mas definitivamente nem preserva a natureza nem a economia dependente dela.

O manejo só pode ser feito com base em conhecimento. Precisamos ser capazes de medir os efeitos de qualquer ação de manejo a ser tomada, com conhecimento do presente estado do sistema e como ele muda (Dahl, 1981).

### 3.6. Capacidade suporte de mergulhadores nos recifes

Os recifes de corais são bastante populares entre os mergulhadores autônomos devido à grande variedade de vida a que eles dão suporte, e ao imenso apelo visual que oferecem (Hawkins & Robert, 1992). Intuitivamente, os estragos causados diretamente pelo uso recreativo dos recifes podem parecer pequenos, quando comparados como, por exemplo, com as dragagens, a mineração de corais e com as perturbações naturais, porém, na realidade este impacto pode ser crônico e muitas vezes, altamente concentrado (Allison, 1996). Com o incremento da popularidade do mergulho recreacional, o dano físico nos organismos dos recifes de corais, causado pela ancoragem e pelos mergulhadores, tem se transformado no maior interesse dos administradores dos recifes de coral (Jameson *et al.*, 1999). Danos substanciais podem ocorrer com o pisoteio das comunidades de corais de águas rasas (Hawkins & Roberts, 1993) e, acidentalmente, pelos mergulhadores que normalmente causam estragos através de chutes, joelhadas, apoios ou permanecendo em pé sobre os organismos bentônicos (Hawkins & Roberts 1992).

Os recifes são comunidades dinâmicas que podem tolerar rápidas mudanças em um período relativamente curto. Os estudos das mudanças devido a fatores físicos e/ou biológicos já estão acontecendo, estando agora em foco central os efeitos causados pelo homem (Dustan, 1993).

A capacidade suporte de mergulho em recifes de coral é usualmente objeto de interesse econômico e político, visto que o volume de mergulho esportivo impacta, diretamente, a economia do turismo local e regional e a compreensão desta atividade, por cientistas, políticos e administradores, ainda é muito limitada (Jameson *et al.*, 1999). Capacidade suporte de mergulho é raramente considerada por planejadores e construtores e, como resultado, administradores de recifes têm uma tarefa difícil para convencer as autoridades que existe um limite para o volume de mergulhadores esportivos. Capacidade suporte implica na existência de algum nível de uso abaixo do qual o ecossistema pode competir com o montante de distúrbios ou estresses, mas acima da interferência da degradação. Isso pode ser visualizado em termos de limite de uso determinado biologicamente o qual pode ser medido objetivamente. Alternativamente dano/estresse pode acumular linearmente com o aumento do uso, neste caso não existe um limite e a decisão de quando o uso excede níveis aceitáveis é subjetiva (Hawkins & Roberts, 1997) (Figura 16).

Como está demonstrado nos gráficos da figura 16, a capacidade suporte de mergulho, usualmente expressa como número de mergulhos por local por ano, é uma medida do número de mergulhadores que um recife pode tolerar sem se tornar significativamente degradado, e possui um papel importante no manejo dos danos nos recifes de coral (Jameson *et al.*, 1999). Os mergulhadores danificam os corais, na maior parte das vezes através do contato direto, mas, também, podem causar injúrias quando revolvem o sedimento, provocando um incremento na sedimentação sobre os pólipos dos corais (Neil, 1990; Rogers, 1990). A natureza do local do mergulho por si só afeta a sua capacidade suporte, por exemplo, é de se esperar maiores danos em um recife com um declive suave e um fundo plano que permite o nado dos mergulhadores sobre ele, do que em um recife com uma parede vertical abrupta onde os mergulhadores nadam ao longo do seu lado voltado para o oceano (Hawkins & Roberts, 1997).

O limite de uso dos recifes depende da interpretação dos dados ambientais, os quais indicam os níveis de conservação presentes no ecossistema. Analisando os recifes do mar Vermelho e duas localidades no mar do Caribe, Hawkins & Roberts (1997) encontraram um limite aparente de 5000 a 6000 mergulhos por local por ano, concluindo que abaixo deste limite existe apenas uma pequena degradação, porém acima dele os danos são acumulados rapidamente. Este limite pode ser usado para estimar, sobretudo, a capacidade das áreas protegidas ou dos refúgios onde ocorrem mergulhos recreativos. Juntamente com Hawkins & Roberts (1997) outros autores como Epstein *et al.* (1999) e Zakai & Chadwick-Furman (2002), concluem que tal informação pode ser usada para estabelecer um teto na expansão do uso nos parques e refúgios naturais.

Estudando os recifes de Eilat (Israel) Zakai & Chadwick-Furman (2002) afirmaram que apesar da importância econômica da indústria local de mergulho, baseada em recifes de corais, alguns dados quantitativos são eficazes no que diz respeito à relação entre frequência de mergulhos autônomos, comportamento dos mergulhadores e taxas de danos nos recifes. Cabe, assim, aos administradores dos ecossistemas marinhos determinar quantos recifes serão abertos para o mergulho e dividi-los em locais. Baseado nas observações ao redor do mundo, segundo Hawkins & Roberts (1997) uma área de mergulho de 500m lineares parece ser razoável para definir um local.

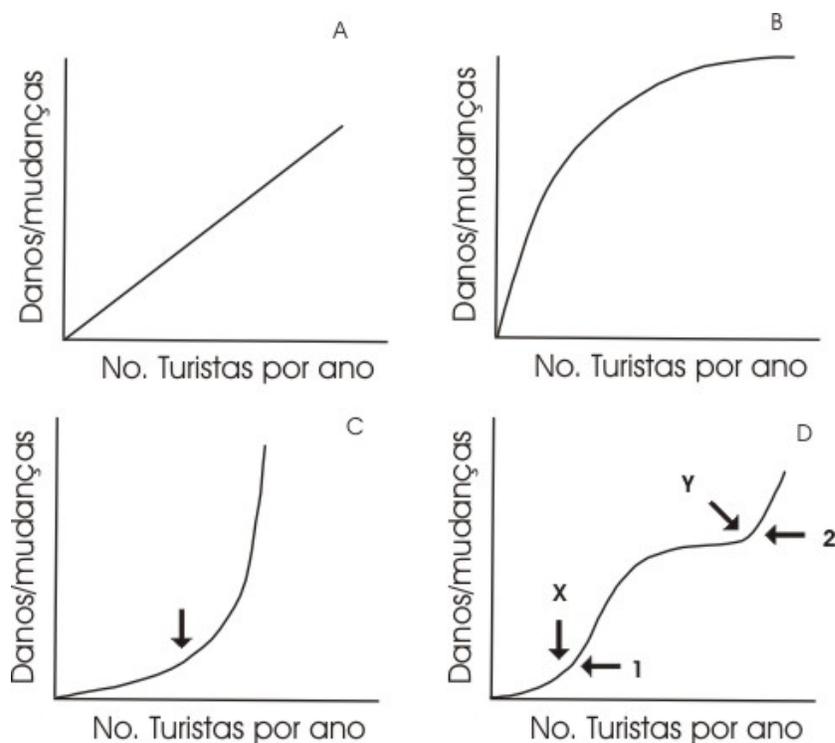


Figura 16 – Gráficos ilustrativos das possíveis respostas do ecossistema recifal ao uso por turistas. Em “A” os danos/mudanças acumulam linearmente com o aumento do número de turistas por ano, neste caso a decisão de quanto uso é aceitável é subjetiva e arbitrária. Em “B” a relação entre uso e danos/mudanças é assintótica, e não existe um limite no nível de uso que poderia ser interpretado como capacidade suporte. Em “C” danos/mudanças acumulam exponencialmente. Nesta forma de relação existe um limite biológico importante e mensurável, que pode ser considerado como uma capacidade suporte segura a ser utilizada para o ecossistema, marcada com a seta. Em “D” o aumento do uso estimula uma mudança de estado da comunidade, de uma fase inicial (1) para uma fase secundária (2). Existem dois pontos limites que correspondem a possíveis níveis de capacidade suporte, mostrado pelas setas x e y (Hawkins & Roberts, 1997).

## **4. METODOLOGIA DE TRABALHO**

### **4.1. Trabalhos de campo**

Os trabalhos de campo foram realizados durante o mês de março de 2002.

#### **4.1.1. Lista do material utilizado durante a coleta dos dados**

- GPS Garmim 12 e cartas náuticas de números 1310 e 1311, para navegação e localização das estações de estudo;

- Equipamento SCUBA para realização dos mergulhos autônomos;

- Trens confeccionadas em PVC com 10 metros de comprimento com marcações nos limites 1, 3, 5, 7 e 9 m;

- Régua graduada em cm (subdivididas em mm) para medições da altura máxima e diâmetro máximo das colônias dos corais, e da altura das macroalgas e algas calcárias articuladas;

- Quadrados de PVC com dimensões 25X25 cm subdivididos com fio de nylon em 100 quadrados 2,5 X 2,5 cm para contagem da porcentagem de algas e do número de recrutas de corais;

- Planilhas confeccionadas em folhas de acetato fosco e lápis para anotação dos dados durante os mergulhos;

- Cilindros de PVC para fixação das planilhas;

- Computador portátil para armazenagem dos dados coletados durante os mergulhos.

#### 4.1.2. Posicionamento dos transectos

As trenas que limitaram os transectos foram estendidas sobre os recifes em franja a uma profundidade igual ou um pouco superior a 3 m, e sempre paralelas à linha de costa das ilhas. Estes transectos acompanharam, sempre, a morfologia dos recifes.

#### 4.1.3. Coleta dos dados

A técnica utilizada para a coleta dos dados teve como base os parâmetros descritos no protocolo AGRRA - Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment, (Ginsburg *et al.* 1999), o qual tem como princípio a utilização de senso visual ao longo de transéctos (Figura 17). Este protocolo atende a quatro focus principais: i) determina a condição vital dos corais – os principais organismos construtores da estrutura recifal; ii) analisa a composição da comunidade algal; iii) estima a composição da fauna ictiológica, e iv) avalia o grau de recrutamento pelos corais.

Neste trabalho foram utilizados apenas os dados referentes à comunidade dos corais construtores, os quais se referem: a) à cobertura viva de corais, b) à altura e ao diâmetro das colônias, c) à riqueza de espécies, e d) às taxas de mortalidade recente e antiga. A base de dados trabalhada utilizou somente corais zooxantelados, isto é, corais construtores dos recifes.

Nesta coleta de dados o senso visual baseou-se no seguinte: estendeu-se aleatoriamente a trena graduada, de 10 m de comprimento, paralelamente a linha de costa das ilhas, e estimou-se o percentual de cobertura de coral vivo, medindo-se a extensão de superfície viva de cada colônia de coral presente sob o transecto. Em seguida avaliou-se cada colônia de coral maior que 20 cm que ocorreu até 50 cm de cada lado da linha do transécto, (Figura 18) registrando-se: nome (gênero e espécie), diâmetro máximo e altura máxima da colônia; porcentagem (%) morta da superfície da colônia (morte recente e morte antiga) vista em planta, e a presença de doenças e/ou

branqueamento nos tecidos. Para as colônias inferiores a 20 cm os dados resumiram-se, dentro do mesmo espaço amostral, ao número total de ocorrência de *Mussismilia braziliensis*, a principal espécie de coral da região, para que se pudesse observar a curva de distribuição de ocorrência por tamanho desta principal espécie construtora e a diversidade de corais.



Figura 17 – Mergulhador coletando dados de acordo com a metodologia proposta no protocolo AGRRA -Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (Ginsburg *et al.*, 1999). Sob o braço do mergulhador observa-se a linha que delimita o transecto, apontado está o quadrado usado para contagem de algas e recrutas, e no braço do mergulhador vê-se a planilha de dados aposta num cilindro de PVC (Fotografia de Leo Dutra, 2001).

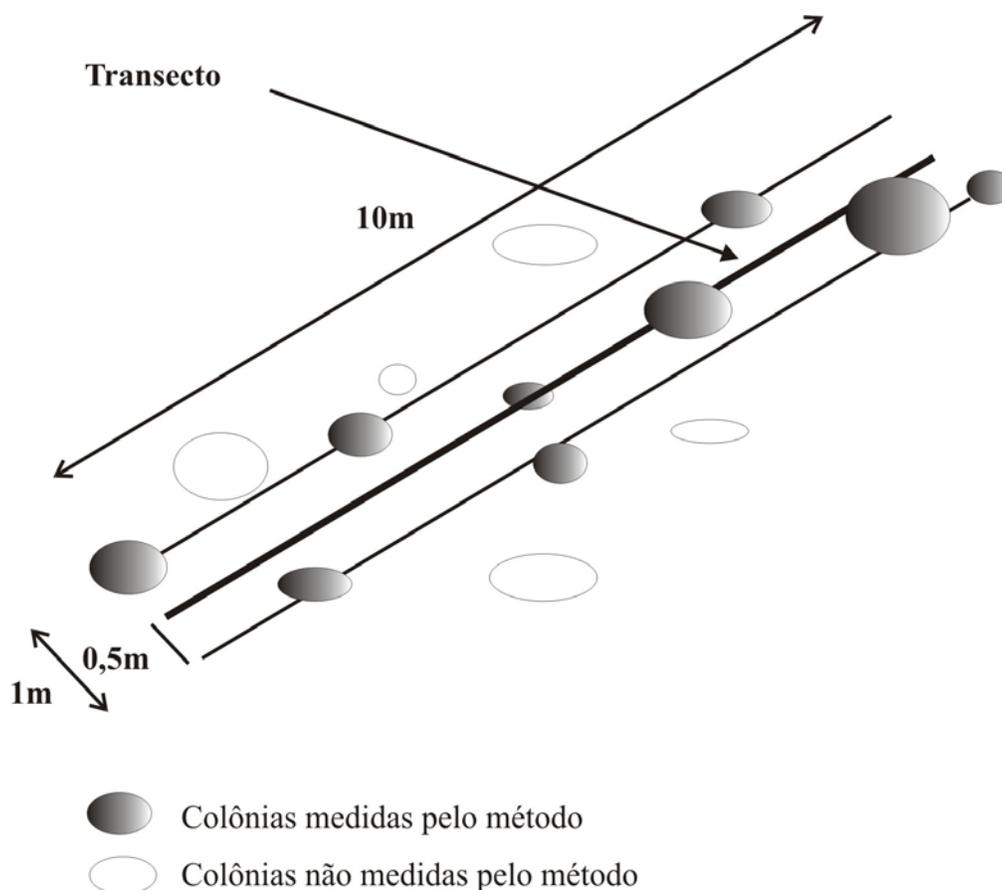


Figura 18 - Esquema ilustrativo do transecto, mostrando quais colônias acima de 20cm são contempladas (medidas) na metodologia do protocolo AGRRA -Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (Ginsburg *et al.*, 1999).

As estações de estudo foram definidas com base no tipo de utilização dos recifes que bordejam as ilhas, levando-se em conta as áreas intangíveis (proibidas ao uso) e as áreas de utilização intensa e moderada. Cada estação foi composta por seis transectos dispostos aleatoriamente sobre os recifes.

A nomeação das estações foi feita com base no seguinte: para as estações da ilha Santa Bárbara, utilizou-se os nomes das localidades já consagrados pelo seu uso, a saber: Mato Verde (MVE), Portinho Norte (PNO) e Caldeiros Santa Bárbara (STA), e para as demais ilhas usou-se os seus próprios nomes: Guarita (GUA), Redonda (RED) e Sueste (SUE).

## 4.2. Análises estatísticas

Os dados obtidos em campo foram previamente tabulados em planilhas Excel e posteriormente selecionados. Os valores obtidos das medições dos parâmetros avaliados, quando necessário, foram transformados para que satisfizessem os pressupostos da ANOVA (Zar, 1999). Uma vez transformados a análise ANOVA foi aplicada considerando-se cada transecto como uma amostra da estação, resultando em um total de seis amostras para cada estação (seis transectos por “site”), atendendo, assim, um número suficiente para este tipo de análise (Underwood, 1997). Quando a análise ANOVA não resultou em diferença significativa foram feitas comparações individuais, pareamento dois a dois, com o teste LSD (Least Significant Difference) (Sokal & Rohlf, 2000) no “software” STATISTICA 5.5. Quando as comparações entre os recifes resultaram em inconsistência matemática (ex.  $A \cong B \cong C$  e  $D \cong C$ , mas  $D < A \cong B$ ), os sinais  $>$ ,  $<$ ,  $\cong$ , juntamente com o símbolo das estações (MVE, GUA, etc.), foram usados entre aspas, representando interpretações ilustrativas dos resultados obtidos. Os valores encontrados entre parêntesis no texto representam o erro padrão calculado.

## 4.3. Proposta para a capacidade suporte da área estudada

Entendida a capacidade suporte como um índice seguro para exploração do ecossistema (Hawkins & Roberts, 1997; Jameson *et al.*, 1999), pode-se sugerir limites de uso para as áreas estudadas. Com base nos parâmetros analisados temos subsídios para indicar prováveis áreas degradadas, bem como locais preservados. A porcentagem de cobertura de corais vivos, o tamanho das colônias, a riqueza de espécies e o índice de recrutamento, juntamente com o número de usuários, foram os dados básicos usados para identificar o estado de conservação dos recifes. As áreas intangíveis foram consideradas prístinas, e serviram de base na classificação do estado de conservação dos recifes. Considerando o monitoramento diário do arquipélago e seu efetivo início em meados do ano de 1988 (IBAMA/Funatura, 1991), os recifes das ilhas que não recebem qualquer tipo de visitação representaram como os locais que deveriam estar sem interferência

humana. Assim, levando em conta os dados do estado de conservação (condições vitais) dos recifes, baseados no levantamento realizado no ano de 2002, e o controle diário do número de visitantes que freqüentam o parque, estipulou-se um número de mergulhadores/ano para os recifes onde a visita é permitida, como sua capacidade suporte.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Parâmetros bióticos analisados

Os parâmetros bióticos utilizados para comparar o estado vital dos recifes basearam-se nas características dos corais construtores, no que diz respeito: (i) a cobertura viva; (ii) o percentual de mortalidade; (iii) a riqueza de espécies; (iv) as dimensões das colônias da espécie dominante e (v) o número de recrutas.

#### 5.1.1. Cobertura viva dos corais

A cobertura viva de corais, entre os transectos, não apresentou diferença significativa (ANOVA  $p < 0,05$ ), contudo a estação Mato Verde (MVE) apresentou o menor índice médio de cobertura,  $7,17\% \pm 1,29$ , diferenciando-a visivelmente das demais estações. A estação Portinho Norte (PNO) apresentou a maior cobertura média entre todas as estações,  $16,17\% \pm 2,84$ . Quando comparada individualmente, a estação MVE apresenta diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) com as demais estações, assim,  $MVE < GUA \cong SUE \cong RED \cong STA \cong PNO$  (Figura 19).

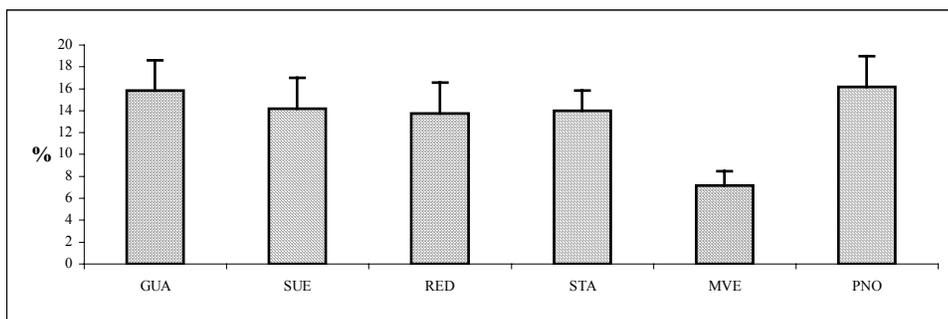


Figura 19 – Porcentagem média (+ Erro Padrão - E.P.) da cobertura de corais vivos nas estações amostradas (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).(n=6)

### 5.1.2. Porcentagem de mortalidade dos corais

Para que se pudesse realizar comparações entre as estações, os percentuais de mortalidade foram agrupados em classes de 0 a 10%, 10 a 20%, até 90 a 100%. O percentual de mortalidade nos corais das estações visitadas mostra que os maiores índices referem-se às duas primeiras classes, isto é, de 0 a 20% (Figura 20).

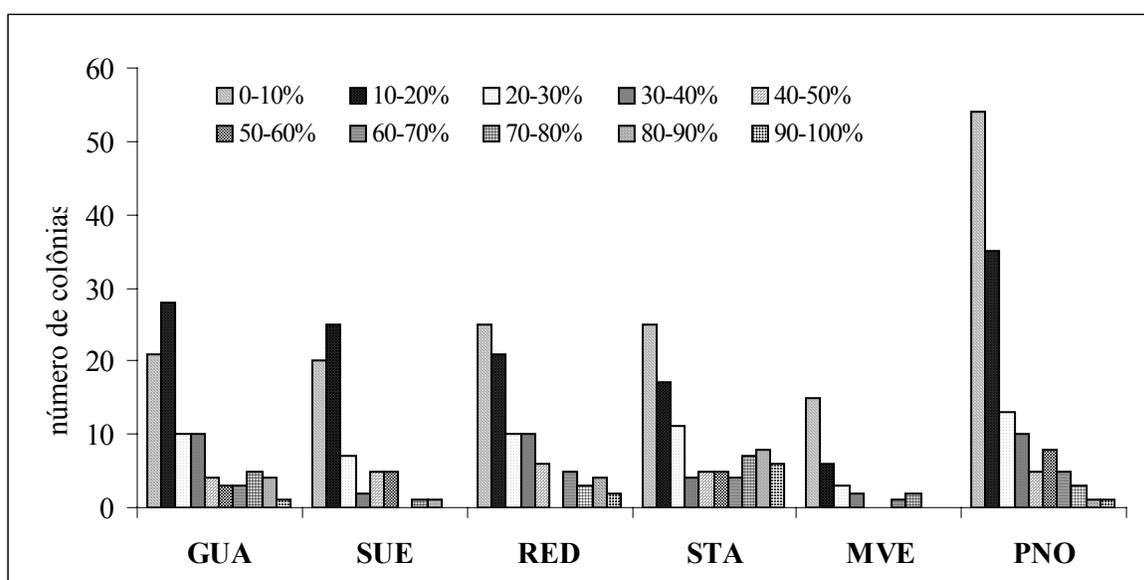


Figura 20 –Número de colônias de corais com alguma indicação de mortalidade. Os dados foram agrupados em classes. (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)

Um grande número de colônias apresenta pequenas porções de seus tecidos com alguma mortalidade. Dentre as estações, a Mato Verde (MVE) é a que apresenta o maior valor (30%) na primeira classe (corais com mortalidade entre 0 a 10%), correspondendo a mais de um quarto dos corais amostrados (Tabela 01).

**Tabela 01 – Número total e por m<sup>2</sup>, e porcentagem de mortalidade das colônias dos corais com diâmetros iguais ou maiores que 20cm. (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

<b>Estações</b>	<b>Nº total de corais por estação</b>	<b>Nº de corais por metro quadrado</b>	<b>Nº de corais com alguma mortalidade</b>	<b>% de corais com alguma mortalidade</b>	<b>% de corais com 0 a 10% de mortalidade</b>	<b>% de corais com 10 a 20% de mortalidade</b>
<b>GUA</b>	146	2,43	89	60,96	14,38	19,18
<b>SUE</b>	139	2,32	66	47,48	14,39	17,99
<b>RED</b>	149	2,48	86	57,72	16,78	14,09
<b>STA</b>	127	2,12	92	72,44	19,69	13,39
<b>MVE</b>	50	0,83	29	58,00	30,00	12,00
<b>PNO</b>	202	3,37	135	66,83	26,73	17,33

A mortalidade total (soma de todas as classes) apresentou diferença significativa entre as estações (ANOVA  $p < 0,05$ ). A estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) foi muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) das estações Mato verde (MVE) e Sueste (SUE), e significativa (LSD  $p < 0,05$ ) da estação Portinho Norte (PNO). A estação Guarita (GUA) apresentou uma diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) da estação Sueste (SUE) (Figura 21). A estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) apresentou o maior número de colônias atingidas por alguma porcentagem de mortalidade (Tabela 02).

**Tabela 02 – Valores indicativos da mortalidade das colônias dos corais nos recifes estudados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

<b>Estações</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Variância</b>	<b>Erro padrão</b>
<b>GUA</b>	27,60	14,40	207,22	5,88
<b>SUE</b>	16,96	7,64	58,43	3,12
<b>RED</b>	26,10	4,72	22,30	1,93
<b>STA</b>	33,89	17,80	316,97	7,27
<b>MVE</b>	16,33	11,84	140,17	4,83
<b>PNO</b>	18,21	6,86	47,01	2,80

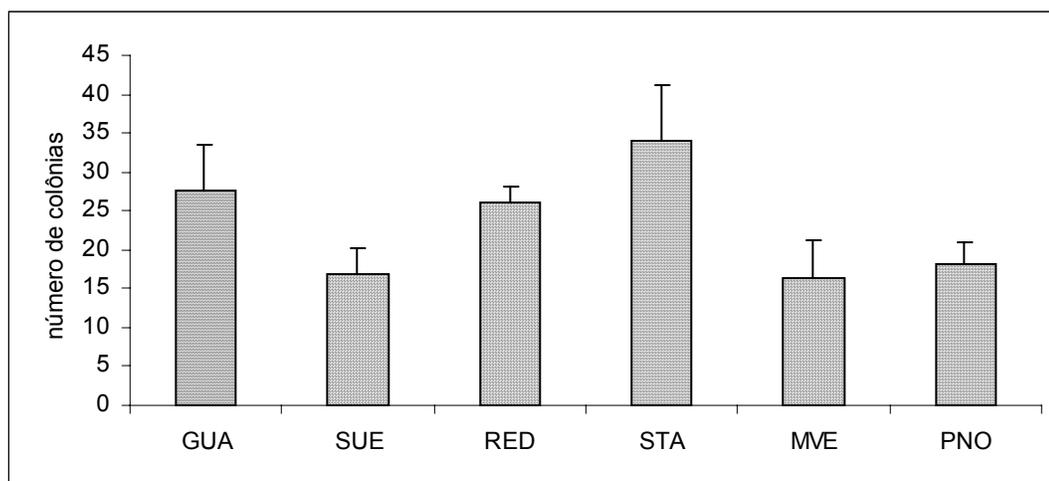


Figura 21 – Média e erro padrão da mortalidade nas colônias dos corais nos recifes estudados. Os cálculos foram realizados dividindo-se o número total de corais amostrados em cada estação pela soma do número de colônias que apresentaram algum tipo de mortalidade (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)

Podemos ordenar, com base nas análises e em observações de campo, as estações estudadas segundo o grau de mortalidade das colônias da seguinte forma: “STA > GUA  $\cong$  RED > PNO  $\cong$  SUE  $\cong$  MVE”.

### 5.1.3. Número de espécies

A riqueza de espécies foi calculada nos seis transectos de cada recife estudado, e apenas uma contagem foi efetuada para cada espécie quando esta ocorria. Os resultados indicaram uma diferença extremamente significativa (ANOVA  $p < 0,001$ ) entre os recifes estudados (Figura 22). A estação Sueste (SUE) apresentou o menor valor do número de espécies,  $4,83 \pm 0,13$  com uma diferença extremamente significativa (LSD  $p < 0,001$ ) das estações GUA e PNO. A estação MVE, com valor de  $5,33 \pm 0,32$ , também apresenta diferença extremamente significativa (LSD  $p <$

0,001) das estações Guarita (GUA) e Portinho Norte (PNO). Os valores, para o número de espécies, das estações Guarita (GUA) e Portinho Norte (PNO) são  $8,83 \pm 0,18$  e  $8,83 \pm 0,77$  respectivamente, e apresentam diferenças muito significativas ( $LSD_{0,01} > p > 0,001$ ) das estações Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED) com valores de  $6,33 \pm 1,23$  e  $6,67 \pm 0,14$  respectivamente. Resultando que  $GUA \cong PNO > RED \cong STA \cong MVE \cong SUE$ .

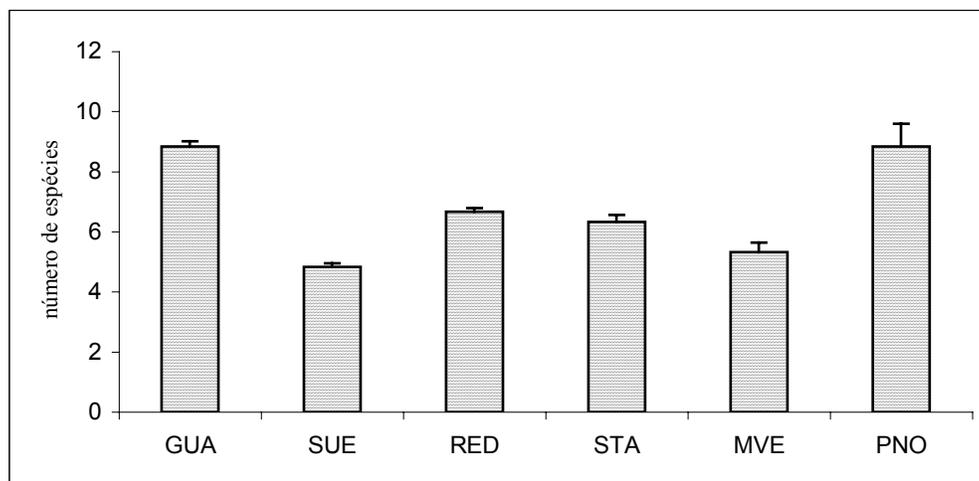


Figura 22 – Riqueza média das espécies de corais nos recifes estudados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)

#### 5.1.4. Dimensões e ocorrência da espécie dominante *Mussismilia braziliensis*

Levando em consideração os diâmetros das colônias (iguais ou superiores a 20 cm) dos corais amostrados, a espécie *Mussismilia braziliensis* mostrou-se como o coral dominante em todos os recifes estudados (Tabela 03), chegando a 95,28% das colônias medidas na estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA). O menor valor percentual de *Mussismilia braziliensis* ocorreu na estação Guarita (GUA) com 71,92%. Todavia esta estação apresentou uma maior ocorrência percentual das outras espécies (Tabela 03), com exceção da espécie *Siderastrea stellata*, e o maior diâmetro médio de *Mussismilia braziliensis* (Figura 23).

**Tabela 03 – Porcentagem de ocorrência das espécies amostradas nas estações. MB - *Mussismilia braziliensis*, MA - *Millepora alcicornis*, MHA - *Mussismilia hartti*, SS - *Siderastrea stellata*, MC - *Montastrea cavernosa*, FL - *Favia leptophyla*, MHI - *Mussismilia hispida* (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

Estações	MB	MA	MHA	SS	MC	FL	MHI
GUA	71,92%	7,53%	4,11%	2,05%	9,59%	2,03%	0,68%
SUE	89,93%	5,76%	0,00%	3,60%	0,00%	0,72%	0,00%
RED	91,95%	4,70%	0,67%	0,67%	1,34%	0,67%	0,00%
STA	95,28%	0,79%	2,36%	0,79%	0,79%	0,00%	0,00%
MVE	92,00%	0,00%	2,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PNO	86,63%	1,98%	1,49%	4,95%	3,96%	0,99%	0,00%

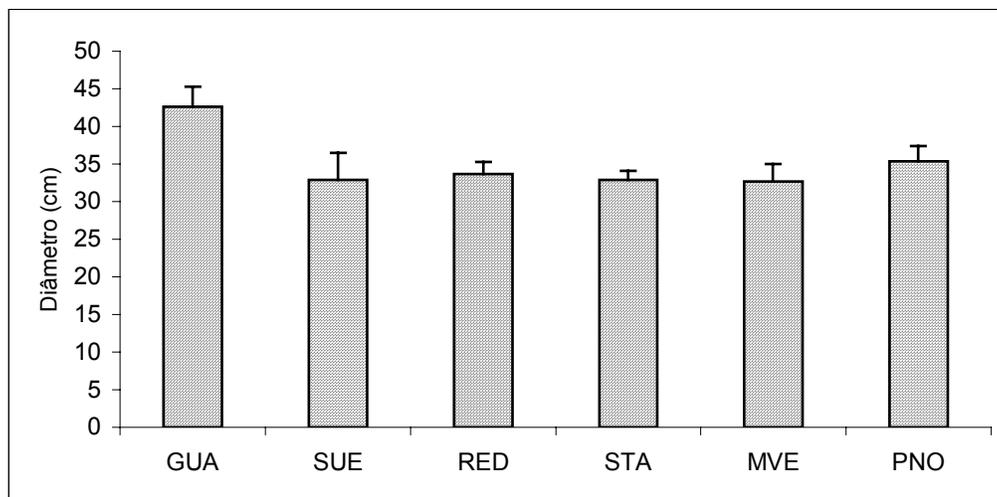


Figura 23 –Média e erro padrão dos diâmetros das colônias do coral *Mussismilia braziliensis* em cada recife amostrado (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde; e PNO – Portinho norte).

A ANOVA mostrou uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os diâmetros das colônias da espécie *Mussismilia braziliensis* nos recifes amostrados. Quando pareadas, as colônias dos corais medidos mostram diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) da estação Guarita (GUA), e das estações Portinho Norte (PNO) e Caldeiros Sta. Bárbara (STA). A diferença muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) da estação Guarita (GUA) das demais estações resultou na seguinte interpretação: “GUA > PNO  $\cong$  STA  $\cong$  RED  $\cong$  SUE  $\cong$  MVE” (Tabela 04).

Os dados da ocorrência das colônias maiores do que 20 cm de *Mussismilia braziliensis* nas estações amostradas mostraram a superioridade numérica desta espécie frente às demais (Tabela 03). A estação Mato Verde (MVE) apresentou a menor média de ocorrência de *M. braziliensis* por transecto  $7,67 \pm 0,92$ , enquanto que na estação Portinho Norte (PNO) ocorreu uma média de  $29,17 \pm 3,13$  colônias, o maior valor encontrado entre as estações (Figura 24). O diâmetro de 20 cm foi definido como medida de corte em trabalhos prévios de monitoramento realizados na região (Kikuchi *et al.*, 2003), e adotou-se este mesmo padrão neste trabalho. A estação Mato Verde (MVE) registra a menor ocorrência de *M. braziliensis* (103 colônias) com uma média de  $1,72 \pm 0,26$  colônias por transecto (Tabela 05).

**Tabela 04 – Indicativos da média dos diâmetros das colônias de *Mussismilia braziliensis* nos recifes amostrados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

Estação	Média	Desvio padrão	Variância	Erro padrão
GUA	42,57	6,66	44,36	2,72
SUE	32,87	8,85	78,40	3,61
RED	33,65	4,05	16,39	1,65
STA	32,87	2,97	8,84	1,21
MVE	32,70	5,63	31,71	2,30
PNO	35,37	4,97	24,70	2,03

Quando comparadas individualmente quanto ao número de ocorrências de *M. braziliensis* as análises mostram uma diferença extremamente significativa entre as estações (ANOVA  $p < 0,001$ ). A estação Mato Verde (MVE) apresenta diferença extremamente significativa (LSD  $p < 0,001$ ) para as estações Portinho Norte (PNO) e Caldeiros Sta. Bárbara (STA), muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) para as estações Redonda (RED) e Sueste (SUE), e significativa (LSD  $p < 0,05$ ) para a estação Guarita (GUA). A estação Portinho Norte (PNO) apresenta diferença muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) para a estação Guarita (GUA) e uma diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) para a estação Redonda (RED). Analisando o gráfico, representado na Figura 24, conjuntamente com a tabela 05 e os resultados da ANOVA, pôde-se representar a ocorrência de *M. braziliensis* da seguinte forma: “PNO > STA  $\cong$  SUE  $\cong$  RED  $\cong$  GUA > MVE”.

**Tabela 05 – Dados referentes às colônias de *Mussismilia braziliensis* amostradas nos recifes estudados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

Estação	Número total de colônias de <i>Mussismilia braziliensis</i>	Número de colônias de <i>M. braziliensis</i> com diâmetro < 20cm	Número de colônias de <i>M. braziliensis</i> com diâmetro >20cm
GUA	193	88	105
SUE	204	79	125
RED	206	69	137
STA	210	89	121
MVE	103	57	46
PNO	261	86	175

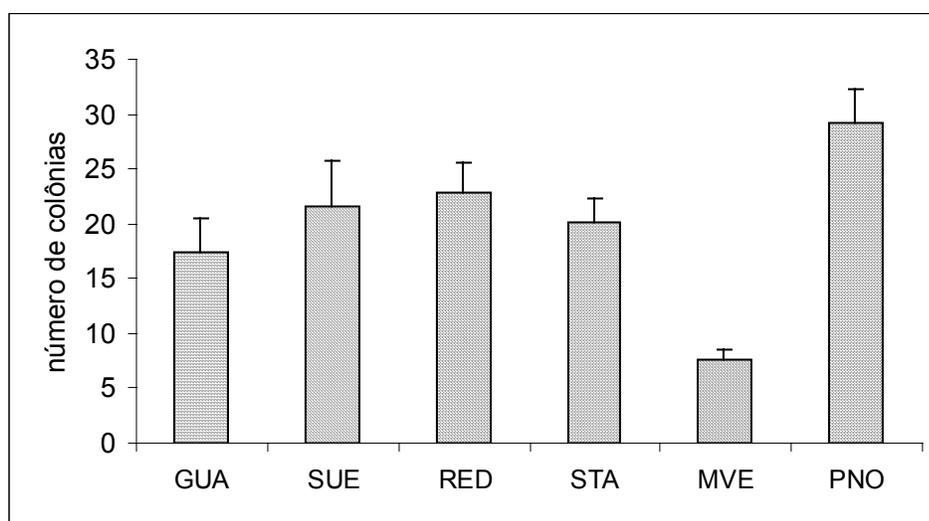


Figura 24 – Média e erro padrão da ocorrência das colônias do coral *Mussismilia braziliensis* com diâmetros iguais ou superiores a 20 cm. (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).(n=6)

As estações não mostraram diferenças significativas (ANOVA  $p < 0,05$ ) entre as ocorrências das colônias do coral *Mussismilia braziliensis* com diâmetros inferiores a 20 cm. A maior média de ocorrência aconteceu na estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) com  $14,83 \pm 4,13$  colônias, e a menor média na estação Mato Verde (MVE) com  $9,5$  colônias  $\pm 1,4$ . Mesmo quando

comparadas individualmente, as estações não apresentam diferenças significativas. Então, com base nos dados das planilhas de campo pode-se representar a ocorrência de colônias de *Mussimilia braziliensis* com diâmetros inferiores a 20 cm da seguinte forma: “STA  $\cong$  GUA  $\cong$  PNO > SUE > RED > MVE” (Figura 25).

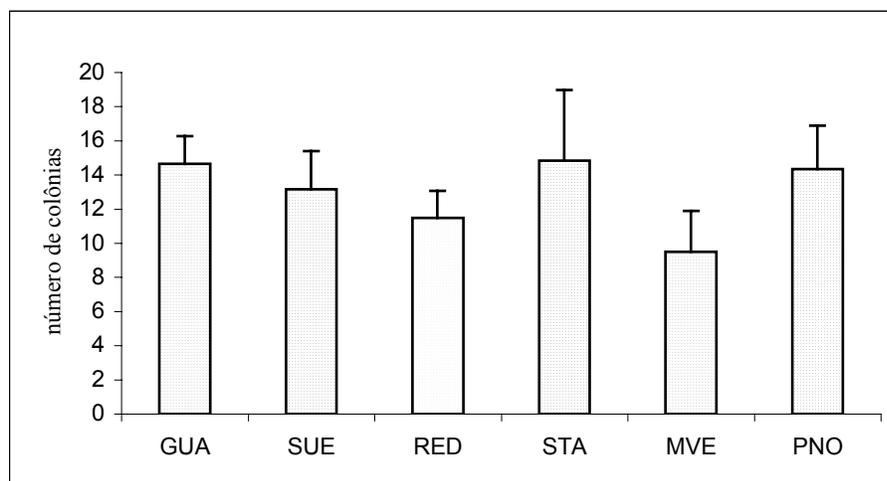


Figura 25 - Média e erro padrão da ocorrência de colônias do coral *Mussimilia braziliensis* com diâmetros inferiores a 20cm (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)

A distribuição por classes de tamanho mostrou uma predominância das colônias com diâmetro inferior a 20 cm, diminuindo progressivamente a ocorrência com o aumento do diâmetro (Figura 26).

A ocorrência de *Mussimilia braziliensis* por metro quadrado apresentou diferença muito significativa (ANOVA  $p < 0,001$ ) entre as estações visitadas. Para estes cálculos foram levados em consideração a ocorrência das colônias com diâmetros inferiores e superiores a 20 cm. A análise pareada entre as estações mostra que a estação Mato Verde (MVE) apresenta uma diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) da estação Guarita (GUA), uma diferença muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) das estações Sueste (SUE), Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED), e

uma diferença extremamente significativa (LSD  $p < 0,001$ ) para a estação Portinho Norte (PNO). Analisando conjuntamente o gráfico representado na figura 27, a tabela 06 e o resultado estatístico, a ocorrência de *Mussismilia braziliensis* pode ser representada como: “PNO > STA  $\cong$  RED  $\cong$  SUE  $\cong$  GUA > MVE”.

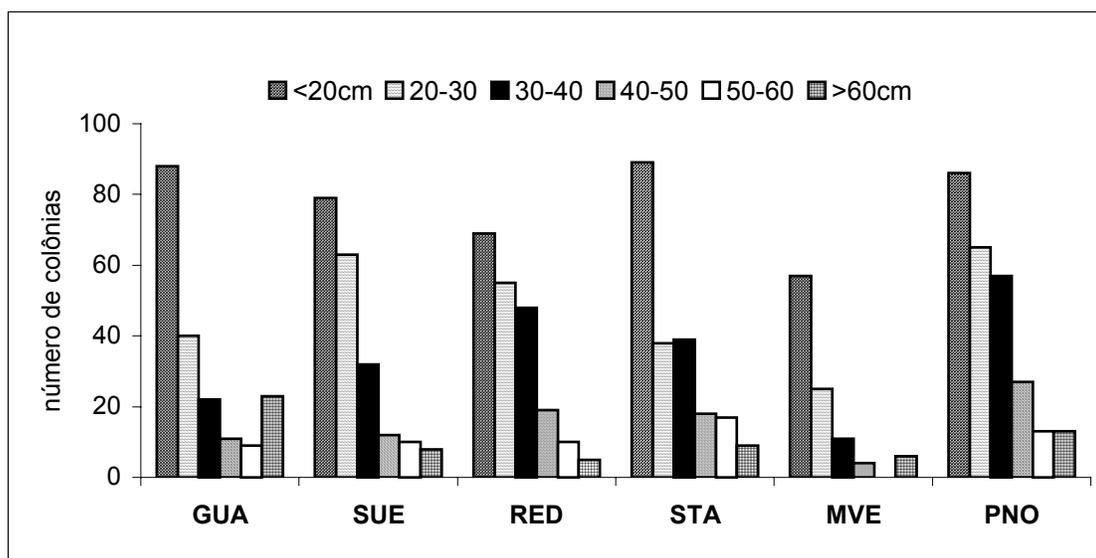


Figura 26 – Distribuição por classe de tamanho (diâmetro) das colônias do coral *Mussismilia braziliensis* nas estações amostradas (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)

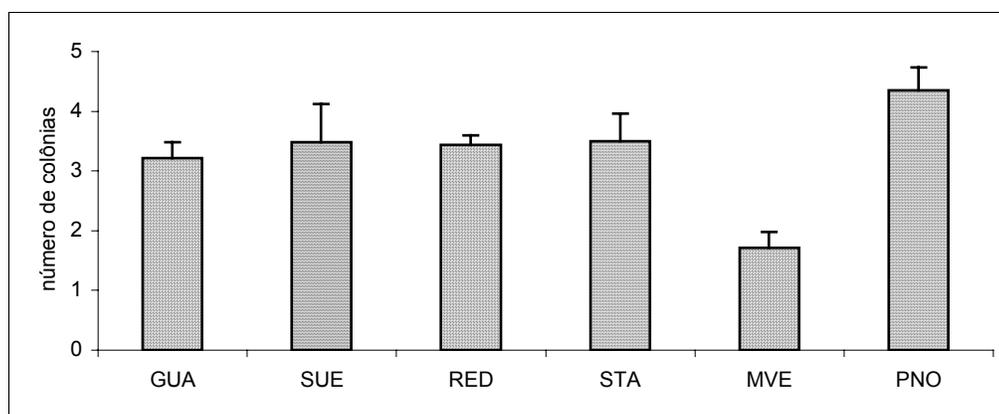


Figura 27 – Média e erro padrão do número de colônias do coral *Mussismilia braziliensis* por metro quadrado (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)

**Tabela 06 – Dados indicativos da ocorrência, por metro quadrado, das colônias de *Mussismilia braziliensis* nas estações visitadas (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

Estação	Média	Desvio padrão	Variância	Erro padrão
GUA	3,22	0,65	0,42	0,26
SUE	3,48	1,55	2,41	0,63
RED	3,43	0,40	0,16	0,16
STA	3,50	1,13	1,28	0,46
MVE	1,72	0,64	0,41	0,26
PNO	4,35	0,95	0,90	0,39

#### 5.1.5. Número de recrutas

Não há diferença significativa (ANOVA  $p < 0,05$ ) do número de recrutas entre os recifes estudados. Contudo, quando pareadas, a estação Guarita (GUA) apresenta diferença muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) da estação Mato Verde (MVE) e diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) para as estações Portinho Norte (PNO) e Caldeiros Sta. Bárbara (STA). A menor média de ocorrência de recrutas é encontrada na estação Mato Verde (MVE), 3,83 recrutas  $\pm 1,8$ , enquanto que o maior valor é encontrado na estação Guarita (GUA), 10 recrutas  $\pm 1,48$ . Com base nestas análises e nos dados ilustrados no gráfico da figura 28, pode-se definir as estações visitadas da seguinte forma: “GUA > SUE  $\cong$  RED > STA  $\cong$  PNO  $\cong$  MVE”.

Procurando agrupar o maior número de informações junto às estações, foram anotadas as medidas de rugosidade em cinco posições dos transectos. Esta rugosidade se refere à distância entre os pontos mais alto e mais baixo do recife, em um raio de 0,5 m do local designado para a medição, o que reduziu visivelmente a amplitude das medições, haja visto que os valores dos desníveis transversais dos recifes, descritos na área de estudo, são superiores aos valores aqui medidos.

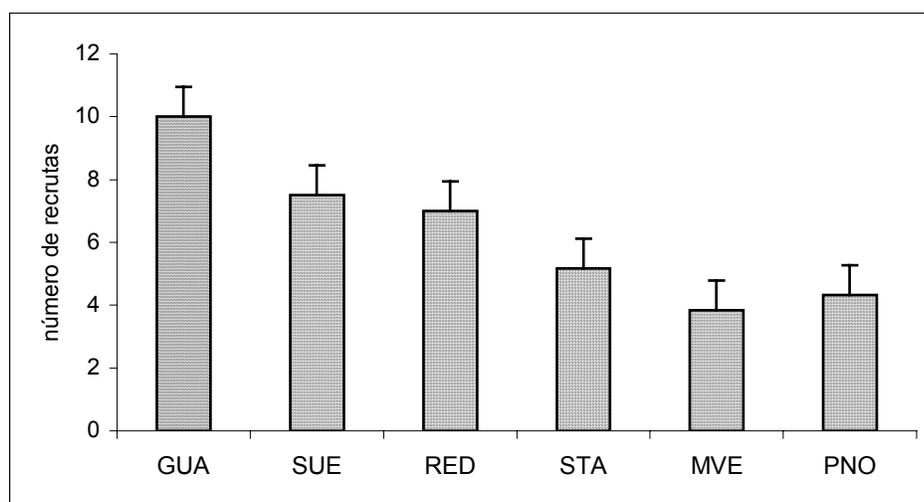


Figura 28 - Média e erro padrão do número de recrutas em cada recife estudado (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).

A maior rugosidade encontrada foi na da estação Guarita (GUA), média de  $1,22 \text{ m} \pm 0,21$ , e a menor a da estação Mato Verde (MVE), média de  $0,47 \text{ cm} \pm 0,06$ . Não foi encontrada diferença significativa (ANOVA  $p < 0,05$ ) entre as estações. A análise pareada entre as estações mostra que a estação Mato Verde (MVE) apresenta diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) para a estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e muito significativa (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) para a estação Portinho Norte (PNO), e a estação Portinho Norte (PNO) apresenta diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) para a estação Guarita (GUA). Com base nas análises estatísticas, no gráfico representado na figura 29 e nas observações de campo, pôde-se representar a rugosidade das estações visitadas como: “GUA > STA  $\cong$  SUE  $\cong$  RED > PNO  $\cong$  MVE” (Figura 29).

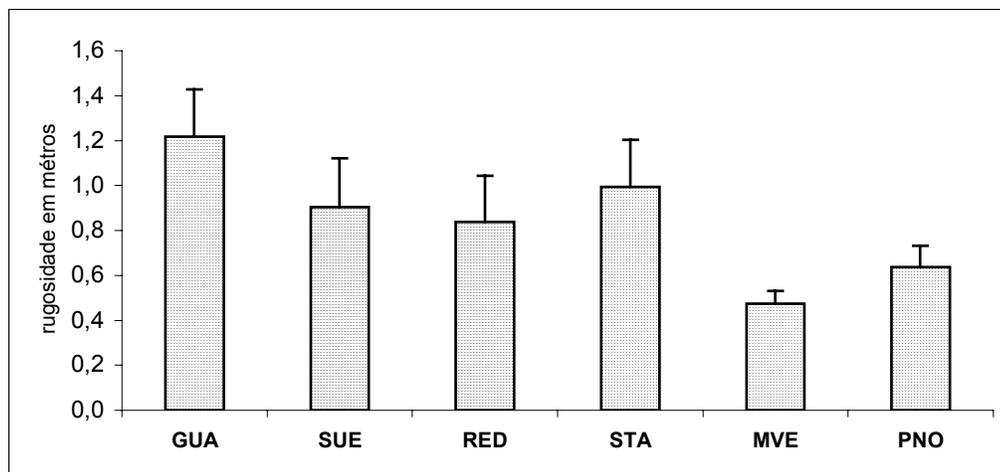


Figura 29- Média e erro padrão da rugosidade encontrada nas estações visitadas (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).

## 5.2. Número de visitantes do ParNaM dos Abrolhos

Os dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos, cujos técnicos são responsáveis pelo monitoramento das embarcações que visitam o parque, representam os valores do número de visitantes entre os anos de 1997 e 2002. Estes dados foram coletados do total de visitantes que chegam ao parque, isto é, não existe qualquer citação nas planilhas preenchidas pelos guardas-parque e estagiários, do local exato de fundeio das embarcações que visitaram a unidade de conservação. Eles mostram a maior concentração de visitantes durante o verão, uma tendência que está correlacionada com as melhores condições climáticas para a prática do mergulho (Figuras 30 e 32).

Pelos dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos, em seis anos, o número de turistas diminuiu em 39,35%, passando de 14639 visitantes em 1997, para 8879 visitantes em 2002 (Figura 31).

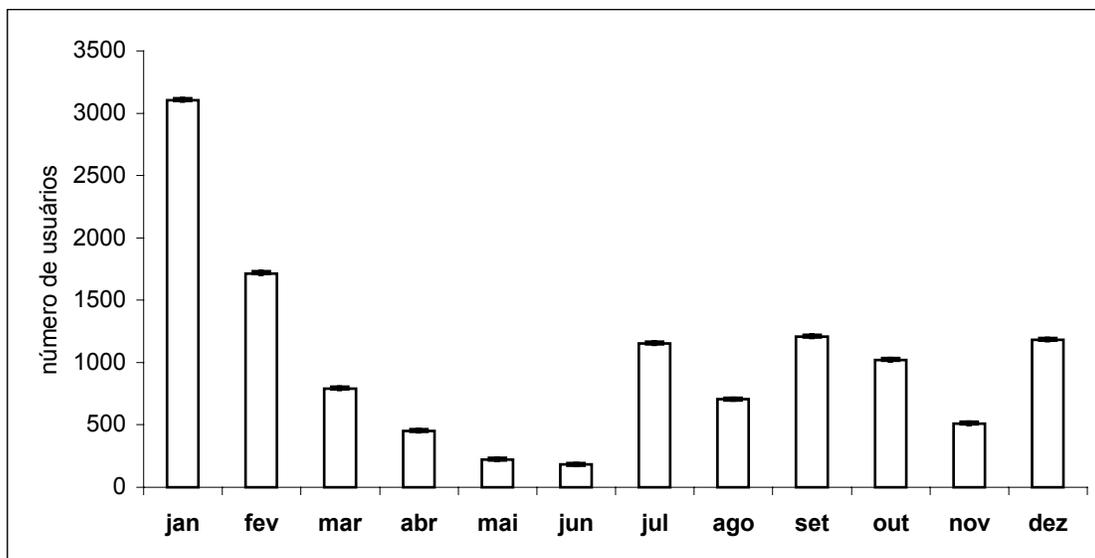


Figura 30 – Médias e erro padrão mensais do número de usuários do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos entre os anos de 1997 e 2002 (Dados fornecidos pela Diretoria do ParNaM dos Abrolhos).

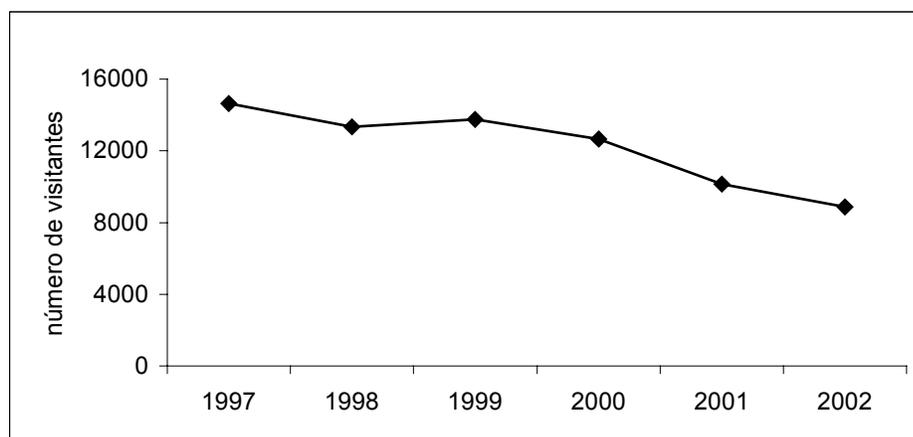


Figura 31 – Número total de visitantes no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos entre os anos de 1997 e 2002, ilustrando uma tendência de diminuição do número de visitantes (Dados fornecidos pela Diretoria do ParNaM dos Abrolhos).

A visitação no ParNaM dos Abrolhos costuma ocorrer em maior número nos meses de janeiro e fevereiro, época de veraneio para muitos dos turistas que procuram o parque (Figura 30). E esta tendência é observada para o ano de 2001, ano que antecedeu a amostragem deste trabalho (Figura 32).

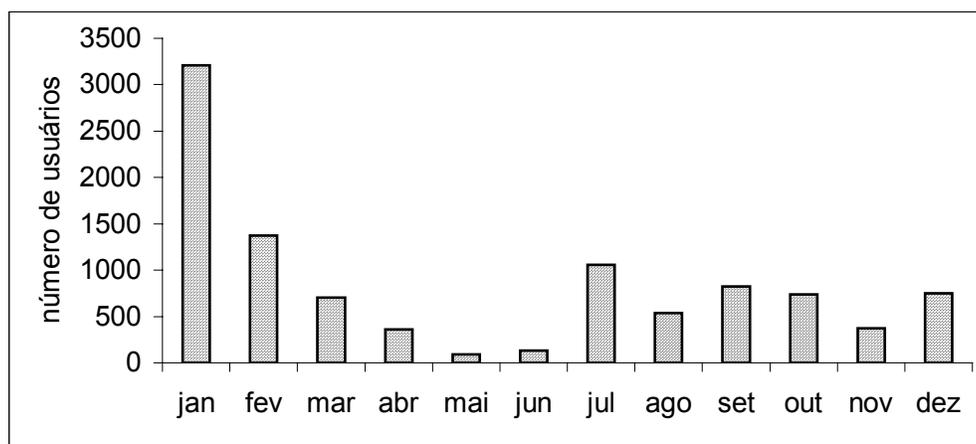


Figura 32 – Número de visitantes do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos no ano de 2001 (Dados fornecidos pela Diretoria do Parque).

### 5.3. Valoração das estações avaliadas quanto ao grau de conservação

Para que se pudesse comparar os recifes estudados dentro de três categorias de conservação (degradado, intermediário e conservado), fez-se uma ponderação das medidas obtidas na amostragem de campo da seguinte forma: a amplitude dos valores de cada parâmetro foi calculada a partir das médias obtidas nas medições de campo. Os resultados destas operações matemáticas foram divididos pelo valor fixo 3 (três), definindo-se, portanto, três intervalos de classe. A estes intervalos atribuíram-se índices de 1 a 3, ou seja, índice 1 para o intervalo inferior, índice 2 para o intervalo intermediário, e índice 3 para o intervalo superior.

Utilizando como exemplo o dado da tabela 06, ocorrência por metro quadrado do coral *Mussismilia braziliensis*, temos: a amplitude igual a 2,63 [4,35 (maior média) menos 1,72 (menor média)], que dividida por 3 é igual a 0,877. Resultando nas seguintes classes: i) inferior - 1,720 a

2,597 [1,720 (menor media) + 0,877 (valor obtido da divisão por três da amplitude) = 2,597 (limite superior da classe inferior)], ii) intermediária - 2,597 a 3,474 [2,597 (limite inferior da classe intermediária) + 0,877 (valor obtido da divisão por três da amplitude) = 3,474 (limite superior da classe intermediária)], e iii) superior - 3,474 a 4,351 [3,474 (limite inferior da classe superior) + 0,877 (valor obtido da divisão por três da amplitude) = 4,351 (limite superior da classe superior)]. A atribuição dos índices de 1 a 3 é feita pela classificação dos valores médios dos parâmetros de cada estação nos respectivos intervalos de classe, no exemplo utilizado a estação Guarita (GUA) com valor médio igual a 3,22 é classificada no intervalo intermediário (2,597 a 3,474), e recebe o índice 2 (dois), a estação Sueste (SUE) é classificada no intervalo superior (3,474 a 4,351) e recebe índice 3 (três), e assim sucessivamente (Tabela 07). Desta maneira todos os parâmetros nas seis estações receberam índices conforme suas classificações.

Estes índices de 1 a 3, atribuídos para cada parâmetro, foram então somados, obtendo-se assim um total de pontos para cada estação. A amplitude dos valores totais das estações foi então calculada e dividida por três [(21-10)/3=3,667], para que fossem determinadas três novas classes, às quais, desta vez, foram atribuídas categorias de conservação, a saber: valores entre 10 a 13,667 [10 (limite inferior da primeira classe) + 3,667 (valor calculado)] representam ambientes degradados, valores entre 13,667 e 17,334 [13,667 (limite inferior da segunda classe) + 3,667 (valor calculado)] representam ambientes intermediários, e valores entre 17,334 e 21,001 [17,334 (limite inferior da terceira classe) + 3,667 (valor calculado)] representam ambientes conservados. A classificação do estado de conservação, neste caso, está diretamente relacionada com o resultado total que cada estação atingiu, visto que este valor correspondeu a um número compreendido entre 10 (menor total calculado) e 21 (maior total calculado) (Tabela 07). Exemplo, a estação Redonda (RED) na tabela 07, obteve como valor total o número 16, o que a coloca como uma estação intermediária (segundo intervalo de classe, 13,667 a 17,334).

O plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos define basicamente os usos para os recifes em franja do arquipélago em abertos a visitação e proibidos a visitação (IBAMA/Funatura, 1991). Com base em observações pessoais quando trabalhei como guarda-parque na área, admiti, para este trabalho, as seguintes categorias de visitação para cada estação: AF – altamente freqüentada, MF – moderadamente freqüentada, NF – nunca freqüentada e CF – casualmente freqüentada (Tabela 07).

**Tabela 07 – Ponderação dos valores obtidos para cada parâmetro com base na amplitude das médias obtidas. Classificação das estações: C - conservada, I - intermediária e D – degradada. Categorias de visitação: AF - altamente freqüentado, MF - moderadamente freqüentado, CF - casualmente freqüentado e NF nunca freqüentado (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

<i>Parâmetros</i>	<i>ANOVA</i>	<i>GUA</i>	<i>SUE</i>	<i>RED</i>	<i>STA</i>	<i>MVE</i>	<i>PNO</i>
Cobertura	n.s	3	3	3	3	1	3
Mortalidade	p<0,05	2	3	2	1	3	3
Riqueza	p<0,001	3	1	1	1	1	2
Diâmetro	p<0,05	3	1	1	1	1	1
<i>M.braziliensis</i> >20cm	p<0,001	2	2	3	2	1	3
<i>M.braziliensis</i> <20cm	n.s	3	3	2	3	1	3
<i>M.braziliensis</i> por m <sup>2</sup>	p<0,01	2	3	2	3	1	3
Recrutas	n.s	3	2	2	1	1	1
Total		21	18	16	15	10	19
Classificação		C	C	I	I	D	C
Visitação		NF	NF	MF	MF	AF	CF

## **6 –DISCUSSÃO**

### **6.1. A localização e a morfologia dos recifes**

A estação denominada de Mato Verde (MVE), situada na face sul da ilha Sta. Bárbara está abrigada dos ventos de NE, os quais dominam durante grande parte do ano, estando exposta, entretanto, a ação dos ocasionais fortes ventos de S e SE quando frentes frias atingem o arquipélago o que ocorre, mais comumente, durante o inverno (ver figura 02). Devido à sua localização, esta estação é a área do arquipélago mais favorável à ancoragem dos barcos e, conseqüentemente, é a mais usada pelos visitantes durante o verão. Nesta parte sul da ilha, os recifes apresentam um desnível transversal que varia da profundidade zero até cerca de 10 m, no limite dos blocos de basalto que compõem a base dos recifes, com o fundo arenoso. Esta variação de profundidade favorece a ocorrência de zonação das comunidades bentônicas (Villaça & Pitombo, 1997), assim como à formação de platôs, não muito extensos, os quais propiciam uma base adequada para a fixação e o desenvolvimento de várias espécies de corais (Segal & Castro, 2003). Esta característica morfo-ecológica dos recifes oferece, sem dúvida, um maior atrativo visual para os mergulhadores que ancoram no arquipélago.

O recife da estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) bordejia a extremidade oeste da ilha Santa Bárbara, e pela sua posição geográfica, este recife permanece abrigado dos ventos NE, SE e S. Ele possui um desnível transversal que varia da profundidade zero até cerca de 5 m, no limite dos blocos de basalto que compõem a base do recife com o fundo arenoso. Devido à baixa profundidade e a pouca extensão transversal, cerca de 30 m, o recife dos Caldeiros da Sta. Bárbara (STA) não apresenta a formação de platôs e o zoneamento dos organismos não é tão evidente como nas estações com profundidades maiores. Nestes recifes as colônias de corais ocorrem sobre os blocos de basalto próximos ao substrato (o que não confere ao recife um grande apelo visual) ou em profundidades de difícil estabilização para os mergulhadores autônomos (os primeiros metros sofrem influência das ondas, dificultando controlar a flutuabilidade). Diante deste quadro

o uso deste recife é moderado e serve, sobretudo, a grupos de visitantes enquanto aguardam o momento de ir para o recife do Mato Verde (MVE).

Um canal raso (6 m de profundidade média) separa o recife dos Caldeiros Sta. Bárbara (STA) do recife situado do lado leste da ilha Redonda (ver figura 02). Designado de Caldeiros da Redonda (RED) este recife está exposto aos ventos de NE e abrigados dos ventos S e SE. Neste lado da ilha Redonda o recife possui um desnível transversal que varia de zero até cerca de 5 m, e uma extensão transversal um pouco superior a 100 m. Na base do recife blocos de basalto que compõem o substrato recifal são sucedidos por um fundo arenoso parcamente vegetado. O recife da ilha Redonda (RED) apresenta platôs rasos formados por algas calcárias em meio a blocos basálticos colonizados por corais, o que poderia representar uma estação de mergulho em potencial, se não fosse sua exposição aos ventos NE e a pouca profundidade. Apesar de serem estas condições adversas ao mergulho, os visitantes das embarcações fundeadas no canal que separa as ilhas Redonda e Sta. Bárbara costumam freqüentar estes recifes, durante o verão.

O recife Portinho Norte (PNO) encontra-se abrigado dos fortes ventos de S e SE, e conseqüentemente das ondas de maior energia, e passa grande parte do ano sob influência da frente predominante de ondas proveniente de NE. Ele é usado somente em condições de “mau tempo”, ventos com ondas do quadrante sul. Este recife apresenta um desnível que vai de zero a aproximadamente 5 m e sua largura transversal é inferior a 30 m, é formado pela sobreposição de blocos rochosos que se estendem até o substrato arenoso adjacente. Neste recife do PNO as colônias de corais, especialmente da espécie *Mussismilia braziliensis*, estão fixadas diretamente sobre os blocos que compõem o substrato recifal. Estes corais ocorrem em alta densidade a uma profundidade aproximada de 3 m e são em sua maioria colônias jovens. Poucos trechos do recife estão recobertos por algas calcárias, e devido à sua pouca profundidade o zoneamento dos organismos muitas vezes não é percebido pelos mergulhadores.

Os dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos, mostram que os recifes do Portinho Norte (PNO) são usados apenas em dias pouco favoráveis à navegação, o que sem dúvida desencoraja muitos dos visitantes para a prática do mergulho. Às condições atmosféricas dos ventos somam-se os fatos deste recife possuir uma baixa profundidade para prática do mergulho autônomo, e uma grande exposição de blocos basálticos sobrepostos, o que não lhe

confere um grande atrativo visual. Devido a estas condições, a estação Portinho Norte (PNO) é um ponto transitório enquanto as embarcações aguardam melhora das condições atmosféricas.

As estações Guarita (GUA) e Sueste (SUE) por localizarem-se dentro de zonas intangíveis não recebem visitação, apenas as atividades científicas são permitidas nestes recifes (IBAMA/Funatura, 1991).

Por se tratar de um aglomerado rochoso de pequena dimensão, os recifes da ilha Guarita circundam toda a sua extensão. Devido ao seu posicionamento geográfico, a estação Guarita (GUA) encontra-se abrigada dos fortes ventos de S e SE, que ocorrem durante as passagens das frentes frias, e está exposta aos ventos de NE, os quais predominam durante grande parte do ano (ver figura 02), e são mais atuantes na face norte desta ilha. A estação Guarita (GUA) possui um desnível transversal que vai de zero a aproximadamente 10 m, no limite dos blocos de basalto que compõem a base do recife com o fundo arenoso. Este desnível mostra uma clara zonação dos organismos recifais. Porém, devido à ausência de platôs, o recife é estreito, com cerca de 15 m de largura. Nestes recifes são encontradas as maiores colônias de *Mussismilia braziliensis* de todo o arquipélago.

Desde a implementação da fiscalização ao redor das ilhas (mais de 10 anos), e por estar compreendida dentro de uma área intangível (IBAMA/Funatura, 1991), a estação Guarita (GUA) só recebe a visita de pesquisadores. Seus índices de cobertura de corais vivos, porcentagem de mortalidade, diâmetro das colônias de *Mussismilia braziliensis*, riqueza de espécies e número de recrutas são considerados como bons parâmetros de conservação e são usados, neste trabalho, como indicadores do bom estado de vitalidade dos recifes.

O outro recife intangível, a estação Sueste (SUE), possui um desnível transversal que vai de zero a 5 m aproximadamente e localiza-se na porção NW da ilha do mesmo nome. Este recife edifica-se sobre blocos e matacões basálticos que se estendem sobre o substrato arenoso, atingindo uma largura transversal superior a 100 m. Devido ao posicionamento geográfico desta estação as fortes frentes de ondas não atingem o recife com grande intensidade, estando ele abrigado dos ventos provenientes de S e SE, e parcialmente abrigado dos ventos de NE. Nesta estação Sueste (SUE) muitas colônias de *Mussismilia braziliensis* são encontradas próximas ao

limite inferior do recife (4 a 5 m de profundidade), e devido as suas dimensões (diâmetros superiores a 1,5 m) atingem profundidades inferiores a 3 m.

Dentre as áreas abertas à visitação existe uma clara preferência pelos recifes da estação Mato Verde (MVE). Devido ao fato da parte sul da ilha Sta. Bárbara ser abrigada dos ventos predominantes de nordeste, ela oferece boa condição de fundeio e, assim, a estação Mato Verde (MVE) reúne, em suas características, localização e morfologia desejáveis para uma estação de mergulho. As condições de utilização das outras estações estudadas vinculam-se: i) às mudanças climáticas, como é o caso da estação Portinho Norte (PNO), que é mais comumente utilizada durante a ocorrência dos ventos predominantes de sul, e ii) à busca dos visitantes por locais onde não haja excesso de mergulhadores, como é o caso das estações Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED), quando a estação Mato Verde se encontra repleta de visitantes.

Diante da experiência que obtive durante o período quando trabalhei como guarda-parque no ParNaM dos Abrolhos (nov/1999 a ago/2000) , posso reclassificar a zona permitida ao uso intensivo em três distintas sub-zonas, a saber: sub-zona de uso intensivo, representada pela estação Mato Verde (MVE), sub-zona de uso moderado, abrangendo as estações Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED) e sub-zona de uso ocasional, compreendendo a estação Portinho Norte (PNO) (Figura 33). Na estação MVE ocorrem os maiores índices de uso de todo o arquipélago, enquanto que nas estações RED e STA o uso é moderado, pois elas representam locais onde nem sempre os mergulhadores estão presentes. Já na estação PNO o uso é ocasional, uma vez que ela serve de porto abrigado quando os barcos enfrentam condições desfavoráveis de fundeio na estação MVE. Nas estações GUA e SUE, como já foi dito, o uso não é permitido, visto que elas correspondem às áreas intangíveis definidas no plano de manejo do parque (IBAMA/Funatura, 1991).

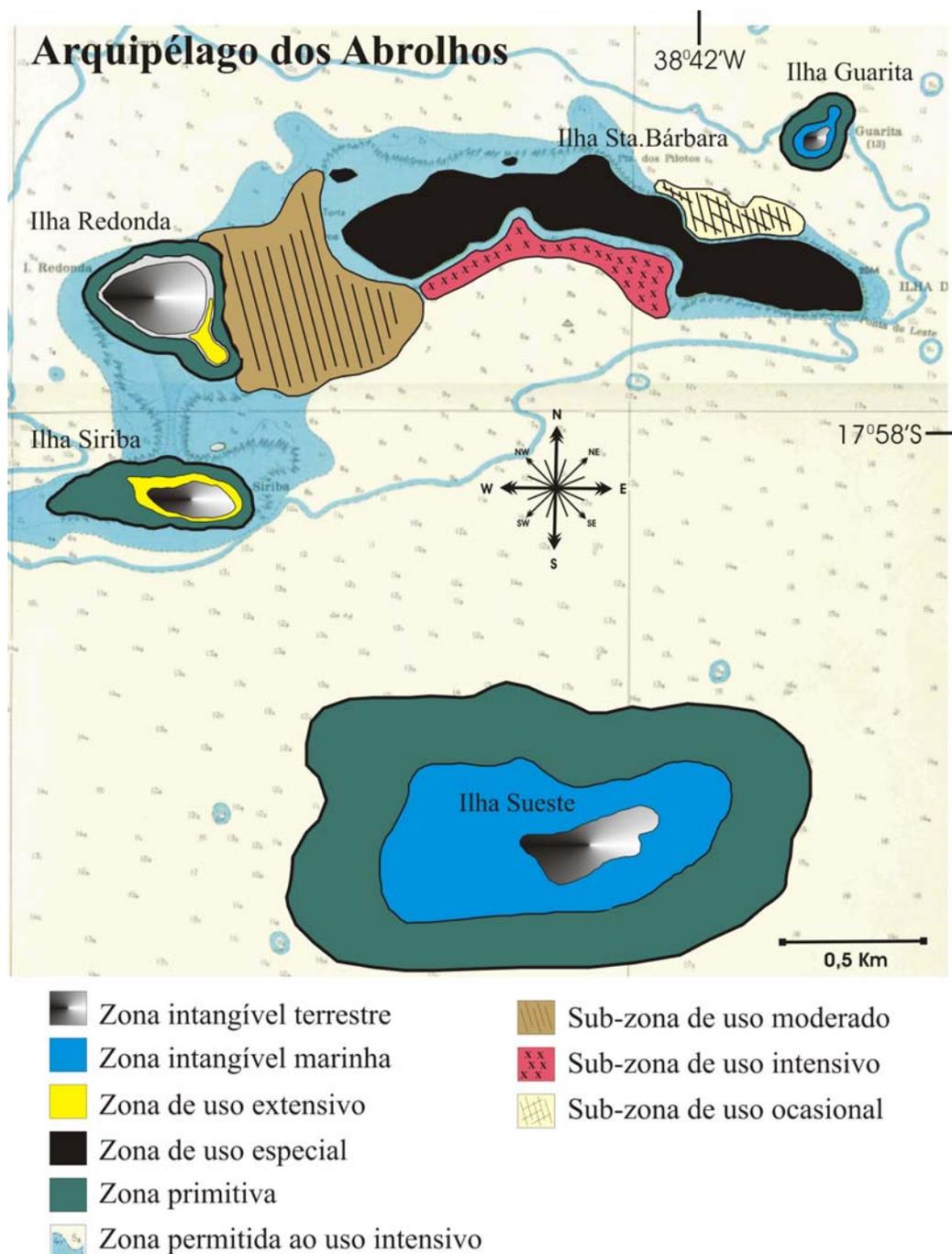


Figura 33 – Reinterpretação do zoneamento para uso dos recifes do arquipélago dos Abrolhos a partir dos resultados deste trabalho, com reclassificação da zona de uso intensivo em três distintas sub-zonas: sub-zona de uso intensivo, sub-zona de uso moderado e sub-zona de uso ocasional. Alguns recifes correspondem ao zoneamento proposto no plano de manejo (IBAMA/Funatura, 1991), a exemplo das áreas intangíveis, primitiva e áreas abertas ao uso intensivo.

## 6.2. O grau de vitalidade dos recifes

Corais não danificados não necessitarão alocar energia metabólica para reparação do tecido ou esqueleto e continuarão a crescer, enquanto que colônias lesionadas irão necessitar alocar recursos para “reparação” ao invés de colocar estes recursos em crescimento e reprodução. Neste sentido, vitalidade é usada para referir-se às condições dos corais que influenciam a capacidade da colônia em levar adiante suas funções naturais de vida (Dustan, 1993).

Ao conceito de vitalidade pode-se atribuir estados de conservação. Ou seja, quanto maior o grau de vitalidade de um recife mais bem preservado este ambiente deve estar. No caso dos recifes do arquipélago dos Abrolhos esta correlação foi obtida utilizando-se os parâmetros de medida da vitalidade dos recifes do protocolo AGRRA – Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (Ginsburg *et al.*, 1999), e tendo como parâmetro de ambiente conservado as áreas intangíveis descritas no plano de manejo do ParNaM dos Abrolhos (IBAMA/Funatura, 1991).

À ponderação dos valores encontrados através da leitura e classificação dos dados obtidos no campo (ver tabela 07), pôde-se somar as análises estatísticas que comprovam as diferenças entre as estações. A tabela 08 dispõe, em ordem decrescente, cada parâmetro analisado, evidenciando as estações com os valores extremos (maior à esquerda e menor à direita). Destes oito parâmetros analisados, apenas o percentual de mortalidade não correlaciona o valor máximo com um bom estado de preservação posto que, locais com alta mortalidade, podem estar indicando um ambiente com algum estresse. Todos os demais parâmetros mostram os maiores valores correlacionados com as estações que apresentam bons índices de preservação.

A comparação entre as estações (Tabela 08) apresenta, em seis parâmetros, a ordenação comparativa das estações entre aspas. Utilizou-se deste recurso para destacar os seguintes casos: i) o percentual de mortalidade apresentando inconsistência matemática ( $MVE \cong SUE \cong RED \cong PNO$ ;  $SUE \cong RED \cong PNO \cong STA$ ;  $RED \cong PNO \cong STA \cong GUA$ ; sendo  $STA \neq MVE$  e  $GUA \neq MVE$ ), ii) o número de colônias de *Mussismilia braziliensis* maior que 20 cm, pois apesar da análise estatística apresentar similaridade entre a estação PNO e as estações GUA, STA, SUE e RED, adotou-se, com base nos dados coletados, que PNO é maior que todas as estações, iii) o número de colônias de *Mussismilia braziliensis* menores que 20 cm, pois apesar da análise

estatística não mostrar diferenças entre as estações (ANOVA  $p > 0,05$ ), adotou-se com base nos dados coletados que  $STA \cong GUA \cong PNO > SUE > RED > MVE$ , iv) o número de colônias de *Mussismilia braziliensis* por metro quadrado, onde a análise estatística tem como similar às estações PNO e as estações GUA, STA, SUE e RED, enquanto que os dados demonstram uma superioridade numérica da estação PNO, e v) o número de recrutas, apresentando inconsistência matemática ( $MVE \cong PNO \cong STA \cong RED \cong SUE$ ;  $RED \cong SUE \cong GUA$ ; sendo  $GUA \neq MVE$ , PNO e STA).

**Tabela 08 – Comparação, entre os recifes estudados, dos valores atribuídos aos parâmetros bióticos analisados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).**

<i>Parâmetros avaliados</i>	<i>Maior valor médio</i>	<i>Comparação entre as estações</i>	<i>Menor valor médio</i>
Cobertura viva de corais	PNO=16,2% ± 2,84	PNO≅STA≅RED≅SUE≅GUA>MVE	MVE=7,2% ± 1,29
Percentual de mortalidade	STA=33,9% ± 7,27	“STA>GUA≅RED>PNO≅SUE≅MVE”	MVE=16,3% ± 4,83
Riqueza de espécies	GUA=8,83 ± 0,18	GUA≅PNO>RED≅STA≅MVE≅SUE	SUE=4,83 ± 0,13
Diâmetro das <i>M.braziliensis</i>	GUA=42,57 ± 2,72	“GUA>PNO≅STA≅RED ≅SUE≅MVE”	MVE=32,70 ± 2,30
Nº de <i>M.braziliensis</i> >20cm	PNO=29,17 ± 3,13	“PNO>STA≅SUE≅ RED≅GUA>MVE”	MVE=7,67 ± 0,92
Nº de <i>M.braziliensis</i> <20cm	STA=14,83 ± 4,13	“STA≅GUA≅PNO>SUE>RED>MVE”	MVE=9,5 ± 1,4
Nº de <i>M.braziliensis</i> por m <sup>2</sup>	PNO=4,35 ± 0,39	“PNO>STA≅RED≅SUE≅GUA>MVE”	MVE = 1,72 ± 0,26
Nº de recrutas	GUA=10 ± 1,48	“GUA>SUE≅RED>STA≅PNO≅MVE”	MVE = 3,83 ± 1,08

Justapondo-se as características morfológicas e de localização favoráveis ao desenvolvimento do recife, e a prática do mergulho, a estação Mato Verde (MVE) apresenta os menores valores para a taxa de cobertura, diâmetro das colônias, número de colônias da espécie predominante *Mussismilia braziliensis*, riqueza de espécie e o número de recrutas. O que parece indicar algum tipo de estresse no ecossistema desta estação. O menor número de colônias de *M. braziliensis*, registrado para esta estação Mato Verde (MVE), pode estar relacionado com a existência de interferências antrópicas durante os períodos de recrutamento, fixação e desenvolvimento de plânulas, já que o período de maior visitação do parque, que vai de dezembro a março, antecede o período preferencial para a desova da espécie *M. braziliensis*, que vai de março a maio (Pires *et al.*, 1999). Desta maneira, o ambiente poderia apresentar condições impróprias para a fixação e o desenvolvimento das larvas dos corais, considerando-se o aumento do sedimento ressuspensionado pelos mergulhadores e depositado sobre os recifes.

Dos resultados encontrados para as estações Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED), apenas o índice de mortalidade dos corais da estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) apresenta valores que poderiam, prematuramente, ser atribuídos a alguma degradação relacionada ao uso. Considerando, entretanto, que a existência de uma considerável variação natural sugere que muitos dos recifes de corais são sistemas inteiramente dinâmicos (Dahl, 1988), a alta taxa de mortalidade encontrada na estação Caldeiros Santa Bárbara (STA), pode estar relacionada com algum outro fator que não o uso pelos visitantes, como por exemplo aumento da herbivoria. Os demais parâmetros estudados mostram-se, algumas vezes, muito semelhantes entre as estações STA e RED, como é o caso da cobertura viva de coral, e a ocorrência do coral *M. braziliensis*. Praticamente a mesma quantidade de colônias desta espécie é encontrada por metro quadrado, diferenciando-se, apenas, pelo fato da estação Caldeiros Sta. Bárbara (STA) possuir um maior número de colônias com diâmetros menores que 20 cm e a estação Redonda (RED) um maior número de colônias com diâmetros maiores que 20 cm (Tabela 08). A cobertura de corais vivos nestas duas estações foi considerada alta se comparada com os maiores valores encontrados em todas as outras estações. Ao compararmos estes resultados com o número de visitantes nestes recifes podemos admitir que estas estações sejam consideradas como zona de uso moderado, servindo mais como local de espera, onde nadadores e mergulhadores livres aguardam para seguir a outro local, do que propriamente uma estação de mergulho, fato observado pessoalmente.

A estação Portinho Norte (PNO) apresenta uma alta taxa de cobertura de corais, uma baixa mortalidade, uma alta riqueza de espécies e o maior número de colônias de *Mussismilia braziliensis* encontrado entre todas as estações (Tabela 08). A explicação mais provável para a alta incidência de colônias jovens de *M. braziliensis* nesta estação é a sua localização. Situada a sotavento de uma zona intangível que apresenta bons índices de preservação e, por ser composta por um substrato favorável à fixação de plânulas de coral (blocos basálticos), esta estação recebeu provavelmente, entre os meses de março a maio de anos passados, a desova de *M. braziliensis* (Pires *et al.*, 1999). Livres da interferência humana estas desovas puderam então se assentar no recife que compõe a estação Portinho Norte (PNO) e se desenvolver. As ondas de NE além de afetar o movimento das larvas, favorecendo o seu transporte até a estação Portinho Norte (PNO), acabam por retirar sedimento que por ventura esteja depositado na superfície dos corais, liberando os tentáculos para captura de presas e permitindo uma rápida difusão de gases (O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>) e nutrientes (Sebens, 1995). Com relação à baixa ocorrência de recrutas é preciso verificar, com mais detalhes, se houve algum outro fator que pode ter afetado as desovas dos corais em um período justamente anterior a este monitoramento, o qual causou alguma interferência ou mudança no ecossistema.

Como era de se esperar, dentro de uma área intangível, a estação Guarita (GUA) apresentou os maiores valores de cobertura de corais vivos, um grande número de colônias de corais com diâmetros menores que 20 cm da espécie *Mussismilia braziliensis* e o maior número de recrutas encontrado entre todas as estações estudadas (Tabela 08). Foram encontrados, também nestes recifes, os maiores valores para o diâmetro da espécie *M. braziliensis* e uma alta riqueza de espécies. Parâmetros como diâmetro das colônias de *M. braziliensis* e diversidade de espécies podem estar relacionados com a energia de ondas (Sebens, 1995), que apesar de não ser tão forte, quando comparada com as ondas provenientes de sul, atingem constantemente estes recifes durante a maior parte do ano, além do que o desnível de mais 10 m de profundidade, favorece, juntamente com a rugosidade deste recife, a formação de uma maior variedade de habitat.

Os recifes da estação Sueste (SUE) apresentam uma baixa diversidade de espécies, uma alta cobertura de corais, um grande número de colônias de *Mussismilia braziliensis* por m<sup>2</sup>, um alto número de recrutas e uma baixa mortalidade. Devido a sua localização abrigada, ambiente de baixa energia, e ausência de mergulhadores, por ser considerada como zona intangível, esta

estação está exposta a menores distúrbios, o que provavelmente contribui para a situação de baixa taxa de mortalidade dos corais. Este fato tem, muito provavelmente, permitido que as colônias maciças do coral *M. braziliensis* dominem o recife, formando o que pode ser considerado como uma comunidade clímax (Sebens, 1995; Hawkins *et al.*, 1999), resultado de uma competição interespecífica, do passado e do presente, que favoreceu a ocupação do habitat pelo competidor mais efetivo (Connell, 1978).

Apesar das estações Guarita (GUA) e Sueste (SUE), estarem situadas em áreas consideradas intangíveis, os dados referentes ao número de recrutas, diversidade de espécies e percentual de mortalidade apresentam algumas divergências. Os índices de conservação são mais expressivos nos recifes da Guarita (GUA) do que nos recifes da Sueste (SUE), e estas diferenças bióticas podem estar relacionadas a possíveis influências dos fatores físicos (Segal & Castro, 2003). Por exemplo, o desnível transversal do recife (10 m na GUA e inferior a 6 m na SUE), a profundidade de ocorrência dos corais (em torno de 5 a 6 m na GUA e 3 a 4 m na SUE), e a posição dos recifes frente aos ventos atuantes na região do arquipélago, que atingem diferentemente os recifes, ocasionando distintas situações a depender da origem da frente de ondas (ver localização das estações nas figuras 1 e 2).

A implementação do zoneamento dos recifes do ParNaM dos Abrolhos proposto no plano de manejo (IBAMA/Funatura, 1991) data de cerca de dez anos, um tempo muito curto quando se compara com a vida dos corais, dezenas a centenas de anos. Assim, o que se pode tomar como premissa inicial é que os recifes não freqüentados por turistas, durante este tempo, representam o seu estado prístino, isto é, caso não tivesse havido qualquer tipo de visitação, podendo, então, serem considerados em estado de conserva o ideal para os recifes em franja do arquip elago dos Abrolhos. Dentre os critérios adotados neste estudo, três recifes apresentam valores dos seus parâmetros correspondentes   ambientes conservados: os recifes das esta es Guarita (GUA) e Sueste (SUE), os quais fazem parte das zonas excluídas de visita o do plano de manejo, e o recife da esta o Portinho Norte (PNO), que apesar de estar aberto   visita o não apresenta índices de degrada o. Os recifes da esta o Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED) mostram valores intermediários entre os estados conservados e degradados, e o recife do Mato Verde (MVE) pode ser considerado como degradado (Tabela 07).

### 6.3. O impacto dos visitantes

As atividades recreativas são consideradas como um importante fator que pode causar um declínio gradual dos recifes de coral (Epstein *et al.*, 1999), e é esta atividade que foi considerada, neste trabalho, como a principal fonte de impacto para alguns dos recifes do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Devido ao seu posicionamento geográfico, o arquipélago dos Abrolhos não está sujeito diretamente a impactos provenientes do desenvolvimento urbano costeiro, tais como despejo de esgotos, aumento da sedimentação de origem terrígena, e influência de obras de engenharia. Das cinco ilhas que compõem o arquipélago, apenas a ilha Sta. Bárbara é habitada (área militar da Marinha do Brasil), onde estão localizadas oito casas que servem de base para os militares e os civis ligados ao IBAMA. Assim, os impactos aos recifes em franja que podem estar relacionados às atividades humanas nesta ilha, resumem-se às águas residuais lançadas diretamente sobre o solo e às atividades náuticas de pequenos botes infláveis. Nas outras quatro ilhas que estão sob jurisdição do IBAMA as atividades antrópicas que podem estar provocando algum tipo de impacto nos recifes, restringem-se às atividades de recreação nas áreas permitidas ao uso, de acordo com o plano de manejo que determina o zoneamento do parque (IBAMA/Funatura, 1991).

Por ser uma formação recifal que oferece boas condições de ancoragem, existe intensa atividade de visitação nas circunvizinhanças das ilhas do arquipélago dos Abrolhos, sobretudo nas proximidades das ilhas Sta. Bárbara e Redonda. Dentre as atividades relacionadas à visitação que podem causar danos aos recifes destacam-se: a) o fundeio das embarcações próximas ou até mesmo sobre os recifes, nos locais onde ainda não existem poitas de atracação, ocasionando esmagamentos das colônias e ressuspensão do sedimento de fundo; b) o lançamento e/ou vazamento de óleo dos motores dos barcos, que apesar da pequena quantidade, contribui na mudança da qualidade da água ao redor dos recifes, e c) as atividades aquáticas e subaquáticas de natação, mergulho livre e mergulho autônomo, que podem danificar os corais através do contato físico dos mergulhadores incautos e/ou da ressuspensão de sedimento do fundo, aumentando a turbidez das águas.

No Parque Nacional Marinho dos Abrolhos distinguem-se três épocas distintas de visitação. Um período de intensa visitação relacionada com as atividades subaquáticas que ocorrem no verão, entre os meses de dezembro e março, quando as condições da água são favoráveis ao mergulho; um período de baixa visitação correspondente ao inverno, entre os meses de abril e julho, quando as condições atmosféricas começam a mudar, tornando as águas turvas e agitadas, desestimulando o turismo, e um período de visitação intermediária, entre os meses de agosto e novembro, quando o parque recebe um tipo de visitante não tão interessado no mergulho, mais, sim, na visualização das baleias jubarte, *Megaptera novaeangliae*, que procuram o banco de Abrolhos para procriarem (Figura 34).

Desde sua implementação o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos conta com a permanência de guardas-parque e estagiários para controle das embarcações que chegam às ilhas, reduzindo com isso o problema de falta de informações a respeito do ecossistema e dos cuidados a serem tomados. O problema de fundeio sobre os recifes foi parcialmente resolvido com a implantação de bóias de fundeio, a partir do ano de 2001, nas áreas mais utilizadas ao redor das ilhas, reduzindo a incidência de âncoras sobre os corais. Contudo, as atividades subaquáticas ocorrem sem qualquer acompanhamento por parte do órgão ambiental responsável, o IBAMA.

Ao calcularmos o número de visitantes, através da soma das médias dos meses de dezembro a março correspondente ao período de verão, entre os anos de 1997 a 2002 (dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos), obtemos o total de 6790 turistas freqüentando o Parque na alta estação turística (Figura 34). Considerando que todas as embarcações que freqüentam o parque, neste período, fazem uma visita à estação Mato Verde (MVE) e levando em conta que não foram somados os meses intermediários ao verão, devido ao fato de que estes meses não correlacionam, em 100% dos casos, a visitação ao mergulho, os números apresentados estão provavelmente subestimados. É certo, também, que sob circunstâncias de tempo ruim, quando o vento muda de direção, a estação MVE não é utilizada (obs. pessoal quando guarda-parque), então se considerou que uma superestimação dos valores para o verão devido a mudanças no tempo estaria balanceada pela subestimação descrita.

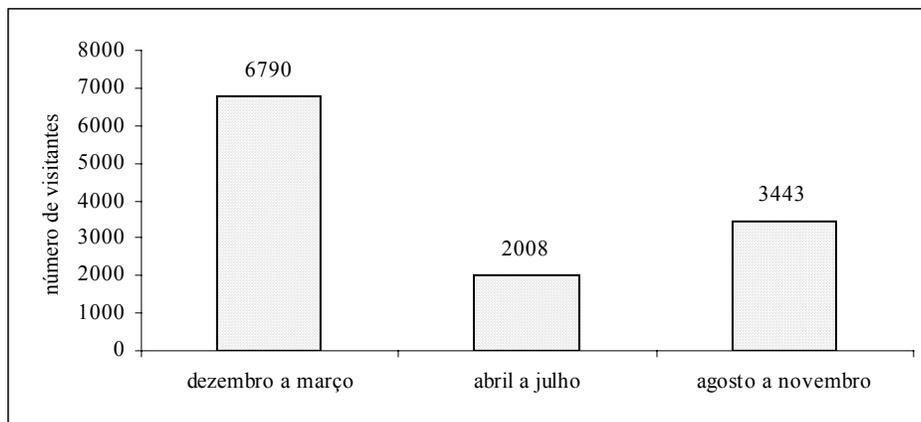


Figura 34– Média do número de visitantes do ParNaM dos Abrolhos avaliado em três diferentes períodos de visitação (alta no verão, baixa no inverno e média na primavera). (Dados fornecidos pela diretoria do Parque para o período de 1997 a 2002).

Em várias partes do mundo é grande a preocupação com os danos aos ecossistemas recifais, pelo turismo marinho. Inúmeros autores têm observado que estes danos estão relacionados aos impactos físicos causados pelas atividades humanas nos recifes localizados em áreas abertas à visitação, onde a cobertura viva de corais chega a ser até três vezes menor que nas áreas designadas como intangíveis (Epstein *et al.*, 1999)

A cobertura viva de corais é o parâmetro mais comumente utilizado para avaliação das condições vitais dos recifes expostos à visitação (Hawkins & Roberts, 1992, 1993b; Hawkins *et al.*, 1997, Muthiga & McClanahan, 1997; Tratalos & Austin, 2001; Zakai & Chadwick-Furman, 2002), porém outros fatores têm, também, sido medidos para se predizer as conseqüências do uso dos recifes pelo homem, a exemplo do diâmetro das colônias, a sua taxa de mortalidade, a riqueza de espécies e a presença de recrutas.

Em um trabalho realizado por Tratalos & Austin, (2001) na ilha “Grand Cayman”, no Caribe, os resultados encontrados mostram que as atividades de recreação possuem impacto significativo nas áreas sujeitas a altos índices de uso. A cobertura de corais é consideravelmente menor onde o número de mergulhos é alto, e à medida que se afasta dos pontos de maior incidência de mergulhadores a cobertura se torna incrivelmente maior. No trabalho de Hawkins &

Roberts (1997) o dano aos recifes de corais causados pelos mergulhadores autônomos é demonstrado pelo aumento exponencial das taxas de distúrbio conforme o número de mergulhos em um determinado local incrementa. Em Abrolhos, segundo os dados fornecidos pela diretoria do parque, o número de mergulhadores nos recifes em franja do arquipélago ultrapassa 6000 mergulhos por ano por local. Este valor comparado aos resultados da vitalidade dos recifes evidencia uma sobre-exploração do recife da estação Mato Verde (MVE), de acordo com os valores dos parâmetros avaliados (baixa cobertura de corais vivos, poucas espécies do coral dominante, etc.)

A sobre-exploração dos recifes pode levar a uma grande perda de corais maciços nos locais onde o mergulho pode ser correlacionado à frequência de tecido lesionado, devido à abrasão causada pelos mergulhadores que se chocam com os organismos recifais (Hawkins *et al.*, 1999). E este fato pode ser ampliado quando os mergulhadores se agrupam em um mesmo local, e são empurrados, pelas ondas, para cima dos recifes (Allison, 1996). As colônias de corais quebradas e lesionadas podem estar mais susceptíveis à invasão de agentes patogênicos, o que possivelmente aumentaria a sua mortalidade (Allison, 1996). Assim, mesmo com os níveis de danos estabilizados, a conversão de uma área recifal prístina para uma área degradada pode ocorrer muito rapidamente com o desenvolvimento do turismo de mergulho sem controle (Hawkins & Roberts 1992).

Em locais muito freqüentados, como no caso dos recifes do Mato Verde (MVE), outros danos podem ainda ser observados quando o sedimento de fundo é ressuspendido através do batimento das nadadeiras dos mergulhadores e deposita-se sobre as colônias de corais. O estresse proveniente da sedimentação aumenta a turbidez na água e resulta em diminuição da iluminação (redução da taxa de fotossíntese, respiração, diminuição da produtividade e perda das zooxantelas). Essas partículas sedimentares ao se depositarem podem causar soterramento das colônias de corais e aumentar o custo metabólico dos organismos, necessário à remoção deste sedimento, podendo, além disso, ocorrer abrasão do tecido das colônias pelo movimento do sedimento. O assentamento larval, o crescimento e a alimentação das colônias de corais podem também, ser inibidos por esse processo (Neil, 1990).

Muito pouco é conhecido sobre as flutuações naturais ou as mudanças das populações recifais para se distinguir, com certeza, os vários impactos humanos dos efeitos físicos ou

catastróficos naturais (Dahl, 1988). Na área estudada o que se percebe é que provavelmente a energia das ondas, somada à morfologia do recife e a ausência de turistas devem estar promovendo o aumento da diversidade e das condições de vitalidade observadas na estação Guarita (GUA). Colônias expostas ao contato direto com os mergulhadores, como aquelas em proeminência nas áreas abertas à visitação são mais prováveis de serem danificadas que as colônias em menores circunstâncias de exposição (Allison, 1996). Na estação Mato Verde (MVE), por exemplo, devido à intensa ocorrência de visitantes, as colônias acabam por se tornarem suscetíveis a uma maior exposição do que nas estações de menor visitação, como é o caso de Caldeiros Sta. Bárbara (STA), Redonda (RED) e Portinho Norte (PNO).

Em 1993, com base nos dados fornecidos pelo Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, Leão e colaboradores verificaram que o turismo no arquipélago dos Abrolhos estava expandindo rapidamente, e que mesmo controladas, as atividades no parque estavam afetando os recifes. Atualmente os dados fornecidos pelo parque mostram que o número de visitantes vem diminuindo nos últimos anos. Embora existam comunidades de corais que apresentam uma alta proporção de espécies tolerantes as condições ambientais, como é o caso dos recifes de Abrolhos, elas se encontram ameaçadas em locais sujeitos a altos níveis de distúrbios ambientais (como no caso da visitação), pois as mudanças ecológicas ocasionadas pelo mergulho são pouco conhecidas (Hawkins *et al.*, 1999). E isto demonstra que, atualmente, as atividades recreacionais marinhas são, ainda, um grande problema a ser enfrentado pelos administradores.

#### **6.4. Número para capacidade suporte**

Níveis de perturbações naturais e antropogênicas nos recifes de corais variam extensamente com o tempo e entre as diferentes áreas recifais (Zakai & Chadwick-Furman, 2002).

O fato do mergulho estar causando a perda de grandes e antigas colônias em várias regiões do mundo são razão de interesse. O desenvolvimento comercial do turismo subaquático está começando a levar em conta a importância da preservação marinha (Sybasma, 1988). Aproximando biologia e conservação do ponto de vista econômico, é possível mostrar os ganhos

financeiros que resultam da proteção da natureza. Uma das mais bem sucedidas correlações está em enfatizar o valor das áreas protegidas para atrair mergulhadores (Van Treeck & Schuhmacher, 1998), já que o turismo do mergulho é uma valiosa comodidade econômica. Não é difícil para as pessoas entenderem que os corais devem ser mantidos em boas condições para que o turismo subaquático tenha sucesso, e que para isso ocorrer, um número de usuários deve ser imposto (Hawkins & Roberts, 1993a).

Ao longo dos anos algumas propostas de número para a capacidade suporte dos recifes foram sugeridas. Dixon (1993) usou no Caribe, como base para cálculos, o número 4500 mergulhos por ano em um determinado sitio de mergulho, alegando que este número estaria abaixo da capacidade suporte do recife. Enquanto Davis & Tisdell (1996), sugerindo políticas amplas para o manejo adequado, discutem a validade de 5000 mergulhos/ano para recifes Australianos, mostrando que este número pode aumentar caso haja melhora em certos padrões de conduta dos mergulhadores, permitindo mais visitas em um determinado sitio de mergulho.

Os estudos prévios em comunidades de corais têm mostrado a perda significativa na cobertura de corais e alta frequência de estragos, nos locais com intensidades superiores a aproximadamente 5000 e 6000 mergulhos por local por ano (Hawkins & Roberts, 1997). Segundo estes autores, se o objetivo é manter as características do recife, a permissão para mergulho deve ser inferior a 6000 mergulhos por local por ano, especialmente em locais sujeitos a algum estresse adicional ou em locais onde o nível de perturbações naturais tem concedido o desenvolvimento de comunidades dominadas por antigas colônias maciças de corais (Hawkins *et al.*, 1999). No caso de Abrolhos soma-se, ainda, a singularidade de um ambiente recifal único, constituído predominantemente por uma fauna coralina de idade terciária, extinta em outras regiões do planeta.

Nos recifes em franja do arquipélago dos Abrolhos o número de mergulhadores/ano em um mesmo local parece exceder a capacidade suporte dos recifes na estação Mato Verde (MVE), provocando alterações nos corais, como por exemplo, redução da porcentagem de cobertura viva, da ocorrência de espécies e recrutas, assim como, diminuição do diâmetro médio das colônias da espécie dominante. A exemplo de inúmeros recifes ao redor do mundo que mostram vários níveis de degradação ambiental relacionadas ao mergulho (Hawkins & Roberts, 1997; Tratalos &

Austin, 2001; Zakai & Chadwick-Furman, 2002), é evidente a necessidade de se estipular números de capacidade de usuários que o recife pode suportar.

Quando se pretende estipular um número de usuários para os recifes estudados neste trabalho deve-se, como foi dito, levar em conta aspectos que diferenciam os recifes do ParNaM dos Abrolhos daqueles comumente descritos na literatura. Os recifes de Abrolhos apresentam singularidades quanto ao endemismo de espécies, forma de crescimento dos recifes, e características das águas que os circundam. Algumas das espécies que compõem estes recifes ocorrem em ambiente de sedimentação carbonática e siliciclástica (Leão & Ginsburg, 1997; Leão, 2002), e parecem adaptados à turbidez das águas. Outra característica particular é a pequena dimensão dos recifes em franja do arquipélago, quando comparados com outras regiões do mundo. A maior extensão recifal em franja não supera 500 m lineares, bem como a largura, muitas vezes estreita (entre 50 e 100 m) e sem ocorrência de lagunas.

Para definirmos a capacidade suporte dos recifes em franja do arquipélago dos Abrolhos, devemos estipular uma dimensão recifal. Hawkins & Roberts (1997) definiram 500 m de espaçamento como sendo a distancia para separar dois sítios de mergulho. Nos recifes em franja do arquipélago dos Abrolhos, extensões de 500 m separando os recifes não são freqüentes. Sendo, portanto, necessário que o número de 6000 mergulhos por ano por local, proposto por estes autores, seja reavaliado para as dimensões e condições de distanciamento entre os recifes em franja do arquipélago dos Abrolhos. Visto que os resultados deste trabalho mostram um sobre uso no recife do Mato Verde (MVE), e os dados fornecidos pela diretoria do parque mostram que este recife vem recebendo mais de 6000 mergulhos/ano, parece-me adequado adotar este número como limite de uso para este recife em franja. E um número inferior a este para os demais recifes em franja do arquipélago, visto suas pequenas dimensões e seus distanciamentos inferiores a 500 m uns dos outros.

Estas estimativas de capacidade suporte de mergulho representam o número de visitantes viáveis em um determinado recife sem que ocorra degradação ambiental, e podem contribuir no esforço para limitar o uso dos recifes a níveis sustentáveis, dando suporte a uma administração de longo prazo nos recifes de corais (Zakai & Chadwick-Furman, 2002). Finalizando, para o caso dos recifes em franja de Abrolhos, parece que, independente das singularidades aí encontradas, podemos adotar o número proposto por Hawkins & Roberts (1997) (6000 mergulhos/ano) para os

recifes do Mato Verde (MVE) e um menor número para os demais recifes, induzindo com isso a uma conservação dos recifes do arquipélago.

## 7- CONCLUSÕES

Com o objetivo de verificar se os recifes em franja do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, expostos à visitação pública, estão sofrendo danos, o presente trabalho avaliou o estado de conservação dos recifes comparando-o com seu uso de acordo com o zoneamento proposto no Plano de Manejo do parque. A avaliação do grau de vitalidade dos recifes foi utilizada com base nos parâmetros relacionados com a comunidade dos corais construtores, e os resultados encontrados nos permitiram concluir o seguinte:

- Os recifes agrupados dentro das categorias designadas no zoneamento estabelecido no plano de manejo, apresentam diferenças estatisticamente significativas entre eles no que diz respeito ao seu estado de conservação;
- Os índices de vitalidade encontrados nos recifes das zonas classificadas como intangíveis evidenciam que seu estado de conservação é bem melhor que o dos recifes localizados nas zonas abertas à visitação, e estes índices podem ser usados como bioindicadores do estado de conservação dos recifes em franja do arquipélago;
- Dentre os recifes localizados nas zonas abertas à visitação, os recifes da estação designada como Mato Verde (MVE) são os que apresentam os mais baixos índices de conservação, o que é uma indicação de sobre uso dos recifes pelos mergulhadores;
- Algumas diferenças observadas entre os valores dos parâmetros de vitalidade dos recifes localizados nas zonas intangíveis, menores na estação Sueste (SUE) do que na estação Guarita (GUA), são um indicativo de que há necessidade de uma avaliação detalhada de quais outros fatores possam estar interagindo nestes recifes, a exemplo de fatores naturais como a ação de ondas e correntes, e/ou a provável presença de pesca ilegal na face sul da ilha Sueste (SUE), a qual está localizada mais distante da base de fiscalização do IBAMA, na ilha Santa Bárbara.

## 8. RECOMENDAÇÕES

No manejo de um ecossistema vulnerável à degradação, tem-se que levar em conta tanto os seus recursos naturais quanto os seus usuários, pois é o binômio homem mais ambiente que determina o “status” do ecossistema (Eakin *et al.*, 1997), como também indica as alternativas para melhor administrar o ambiente.

No caso particular dos recifes de coral, torna-se necessário valorizar os principais componentes do ecossistema – os corais, assim como educar os usuários para que eles evitem contato com os corais, e treiná-los adequadamente para que haja um efeito multiplicador na redução dos danos (Allison, 1996).

Um programa integrado de manejo das áreas recifais do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos deve levar em consideração a valoração dos seus recursos, as particularidades ecológicas e morfo-estruturais dos recifes, e o comportamento dos seus usuários, o qual pode ser influenciado através da educação ambiental, reduzindo consideravelmente os danos físicos aos recifes (Médio *et al.*, 1997). Assim, para evitar a degradação dos recifes do ParNaM dos Abrolhos pelos seus usuários, algumas recomendações são sugeridas como medidas a serem adotadas pela administração do parque, a médio e curto prazos, a saber:

- O número de usuários dos recifes, por local por ano, à principio não deve ultrapassar de 6000 mergulhadores. Este é um valor para capacidade suporte já adotado em outros locais onde há recifes e que, segundo Hawkins & Roberts (1997), é adequado para prevenir a perda significativa da cobertura viva de corais;
- Para diminuir a pressão sobre os recifes localizados na estação Mato Verde (MVE), uma solução a médio prazo, seria a criação de uma área temática a exemplo do sugerido por Van Treck & Schuhmacher (1998). Construiria-se um recife utilizando estruturas naturais provenientes de áreas localizadas no entorno do parque, as quais seriam colocadas no fundo arenoso e afastadas do local de maior impacto. Neste novo espaço as informações seriam passadas aos usuários sem colocar em risco o ambiente natural dos recifes;

- Considerando observações pessoais do comportamento dos visitantes na escolha do local de preferência para mergulhar, e os resultados dos índices de conservação dos recifes, sugere-se a reclassificação das zonas de uso intensivo designadas no zoneamento do Plano de Manejo, para: i) zona de uso moderado para as estações Redonda (RED) e Caldeiros Santa Bárbara (STA), e ii) zona de uso ocasional para a estação Portinho Norte (PNO). O monitoramento dos parâmetros ecológicos dos recifes destas estações deverá ser levado em consideração para que se possa fazer o reordenamento de uso dos recifes, de acordo com seu grau de conservação, isto é, a depender do seu “status” o recife poderá mudar, temporariamente, de categoria de uso, ou se necessário, ter o seu uso proibido caso ele seja considerado um recife degradado;

- Para as áreas já impactadas poderia se criar um programa de restauração dos recifes, adotando-se, por exemplo, a técnica do transplante de mudas dos organismos recifais, particularmente daqueles mais danificados como os corais e os hidrocorais. As mudas poderiam ser selecionadas no entorno do parque e/ou cultivadas para este fim, e

- A curto prazo, uma redução no número de usuários e um programa de educação ambiental, com os mergulhadores, inclusive acompanhando-os durante os mergulhos, talvez sejam as medidas eficazmente mais adequadas e rápidas para minimizar os impactos já existentes nos recifes localizados nas zonas abertas à visitação, de acordo com o zoneamento proposto no Plano de Manejo do ParNaM dos Abrolhos, especialmente nos recifes da estação Mato Verde (MVE).

## 9. REFERÊNCIAS CITADAS

- ALLISON W. R. 1996. Snorkeler damage to reef corals in the Maldives Island. *Coral Reef* 15: 215 – 218.
- ARAUJO. T. M. F. 1988. Morfologia, composição, sedimentologia e história evolutiva do recife de coral da ilha de Itaparica. Bahia. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 86p.
- ATLAS DE CARTAS-PILOTO 1974. Oceano Atlântico, de Trindad ao rio da Prata. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação.
- BARROS G. L. M. 2001. Navegar é fácil. Editora Catau, 505p.
- CASTRO C. B. 1994. Corals of Southern Bahia. In: Hetzel B. & Castro C. B., (eds). *Corals of Southern Bahia*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, p 161-176.
- CASTRO B. M. & MIRANDA L. B. de 1998. Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 4<sup>0</sup>N and 34<sup>0</sup>S. In Allan R. Robinson and Kenneth H. Brink (eds). *The Sea*. John Willey & Sons, Inc. vol. 11, chapter 8: p 209-251.
- CASTRO C. B. & PIRES D. O. 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bull. Mar. Sci.*, 69: 357-371.
- CREED J. C. & AMADO FILHO G. M. 1999. Disturbance and recovery of macroflora of a seagrass (*Holodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 235: 285-306.
- CONNEL J. H. 1997. Disturbance and recovery of coral assemblages. *Coral Reef*, 16, Suppl.: S101 – S113.
- DAHL A. L. 1981. Monitoring coral reefs for urban impact. *Bull. Mar. Sci.*, 4 (3): 544 –551.

- DAVIS D. & TISDELL C. 1996. Economic management of recreational scuba diving and the environment. *Journal of Environmental Management*, 48: 229 – 248.
- DIXON J. A. & SCURA L. F. 1993. Meeting ecological and economic goals: Marine Parks in the Caribbean. *Ambio*, 2 (2-3): 117 – 125.
- DONE T. J. 1995. Ecological criteria for evaluating coral reefs and their implications for managers and researchers. *Coral Reefs*, 14: 183 – 192.
- DUSTAN P. 1993. Developing methods for assessing coral reef vitality: a tale of two scales. In: Ginsburg, R.N. (Compiler), *Proc. of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History*, p 38 -44.
- EAKIN C. M., McMANUS J. W., SPALDINGS M. D. & JAMESON S. C. 1997. Coral reef status around the world: where are we and where do we go from here? *Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. Panamá*, 1: 277 - 282.
- EPSTEIN N., BAK R. P. M. & RINKEVICH B. 1999. Implementation of a small-scale “no-use zone” policy in a reef ecosystem: Eliat’s reef-lagoon six years later. *Coral Reef*, 18: 327 – 332.
- GINSBURG R. N. & GLYNN P. W. 1993. Summary of the colloquium and forum on global aspects of coral reefs: health, hazards and history. In: Ginsburg, R.N. (Compiler), *Proc. of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History*, p 17 - 21.
- GINSBURG R. N., KRAMER P., LANG J.C., SALE P. & STENECK R. S. 1999. AGRRA, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment. (on line). Disponível na internet via <http://www.coral.noaa.gov/agra/method/methodhome.htm>.
- GONCHOROSKY J., SALES G. & OLIVEIRA M. C. P. 1989. Environmental impact of a freighter ship in the “Parque Nacional Marinho dos Abrolhos”, Bahia, Brazil. In: the Sixth Symposium on Coastal and Ocean Management. Charleston, p 169-171.
- HAWKINS J. P. & ROBERTS C. M. 1992. Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. *Biological Conservation* 62: 171 –178.

- HAWKINS J. P. & ROBERTS C. M. 1993a. Effects of recreational SCUBA diving on coral reefs: trampling reef-flat communities. *Journal of Applied Ecology*. 30: 25 – 30.
- HAWKINS J. P. & ROBERTS C. M. 1993b. The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and possible future effects on coral reefs. IN: Ginsburg, R.N. (Compiler), Proc. of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History, p 385 –391.
- HAWKINS J. P. & ROBERTS C. M. 1997. Estimating the carrying capacity of coral reefs for SCUBA diving. Proc. 8<sup>th</sup>. Int. Coral Reef Symp. Panamá, 2: 1923 – 1926.
- HAWKINS J. P., ROBERTS C. M., VAN'T HOF T., DE MEYER K. TRATALOS J. & ALDAM C. 1999. Effects of recreational SCUBA diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, 13 (4): 888 – 897.
- HETZEL B. & CASTRO C. B. 1994. Corais do sul da Bahia. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 185p.
- HUGHES T. B. 1993. Coral reef degradation: a long-term study of human and natural impacts. IN: Ginsburg, R.N. (Compiler), Proc. of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History, p 108 - 213.
- IBAMA/FUNATURA – FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA. 1991. Plano de Manejo – Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República / Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA – Diretoria de Ecossistemas / Departamento de Unidades de Conservação / Divisão de Gerenciamento de Unidades de Conservação. IBAMA/FUNATURA – Brasília; Aracruz Celulose S.A., 96p.
- JAMESON S. C., AMMAR M. S. A., SAADALLA H. M. & RIEGL B. 1999. A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea. *Coral Reef*, 18: 333 – 339.
- KIKUCHI R. K. P. & LEÃO Z. M. A. N. 1998. The effects of Holocene sea level fluctuations on reef development and coral community structure, Northern Bahia, Brazil. *An. Acad. Bras. Ci.* 70(2): 159 - 171.

- KIKUCHI R. K. P., LEÃO Z. M. A. N., TESTA V., DUTRA L. X. C. & SPANÓ S. 2003. Rapid assessment of Abrolhos reefs, eastern Brazil (Part 1: stony corals and algae) *Atoll Research Bulletin*, 496: 172 – 188.
- LABOREL, J.L. 1969. Les pleuplements de madreporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annales Univ. D'Abidjan, Serie E, II, Fasc.3*, 260p.
- LEÃO, Z. M. A. N. 1982. Morphology, geology and developmental history of southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil. PhD Dissertation, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. University of Miami, Florida, USA, 218p.
- LEÃO, Z. M. A. N. 2002. Abrolhos, BA – O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. Em: Schobbenhaus C.; Almeida Campos D.; Queiroz E. T.; Winge M. & Berbert-Born M. L. C. , (eds), *Sítio geológicos e paleontológicos do Brasil*, p 345 – 359.
- LEÃO, Z. M. A. N. 1994. The Coral Reefs of Southern Bahia. In: Hetzel, B. & Castro C. B., (eds), *Corals of Southern Bahia*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, p 152-159.
- LEÃO, Z. M. A. N. 1996. The coral reef of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. *An. Acad. Bras. Ci.* 68 (3), 439-452.
- LEÃO, Z. M. A. N. & GINSBURG R. N. 1997. Living reefs surrounded by siliciclastics sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil. In: Lessios, H. & Macintyre, I., (eds). *Proc. 8<sup>th</sup> Inc. Coral Reef Symp.*, Panamá, 2: 1767-1772.
- LEÃO, Z. M. A. N. & KIKUCHI, R. K. P. 1999. The Bahian coral reefs – from 7000 years BP to 2000 years AD. *Rev. Ciência e Cultura*, 51 (3/4): 262-273.
- LEÃO, Z. M. A. N. & KIKUCHI, R. K. P. 2001. The Abrohos Reef of Brazil. In Seeliger, U., Kjerfve, B. (eds), *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Berlin, Heidelberg, New York, Sringer-Verlag. p.83-96.
- LEÃO, Z. M. A. N; ARAÚJO T. M. F. & NOLASCO M. C. 1988. The coral reefs off de coast of Eastern Brazil. In: Choat, H. *et al.*, (eds.) *Proc. 6<sup>th</sup>. Int. Coral Reef Symp.*, Australia, 3: 339-347.

- LEÃO, Z. M. A. N.; BITTENCOURT A. C. S. P.; DOMINGUEZ. J. M. L.; NOLASCO C. M. & MARTIN L. 1985. The effects of Holocene sea level fluctuations on the morphology of Brazilian coral reefs. *Rev. Bras. Geoc.*, 15 (2): 154-157.
- LEÃO, Z. M. A. N., TELLES M. D., SFORZA R., BULHÕES H. A. & KIKUCHI R. K. P. 1993. Impact of tourism development on the coral reefs of the Abrolhos area, Brazil. In: Ginsburg, R.N. (Compiler), *Proc. of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History*, p 254 – 260.
- LEÃO, Z. M. A. N. , KIKUCHI, R. K. P. & TESTA V. 2003. Corals and coral reefs of Brazil, In: J. Cortés (eds), *Latin America Coral Reefs*. Elsevier. Amsterdam, p 9- 52.
- LINS de BARROS M. M., CASTRO C. B., PIRES D. O & SEGAL B. 2000. Coexistence of reef organisms in Abrolhos archipelago, Brazil. *Rev. Biol. Trop.*, 48 (4): 741 – 747.
- LOYA Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic coral at Eilat, Red Sea. *Marine Biology*, 13: 100 – 123.
- MEDIO D., ORMOND R. F. G. & PEARSON M. 1997. Effects of briefings on rates of damage to corals by SCUBA divers. *Biological Conservation*, 79: 91 –95.
- MELLO U. , SUMMERHAYES C. P. & ELLIS J. P. 1975. Upper continental margin sedimentation off Brazil, Part IV: Salvador to Vitória, Southeastern Brazil. *Contrib. Sedimentology*, 4: 78 – 116.
- MUTHIGA N. A. & McCLANAHAN T. R. 1997. The effect of visitors use on the hard coral communities of the Kisite Marine Park, Kenya. *Proc. 8<sup>th</sup>. Int. Coral Reef Symp. Panamá*, 2: 1879 – 1882.
- NEIL D. 1990. Potencial for stress due to sediment resuspension and deposition by reef walkers. *Biological Conservation*, 52: 221 – 227.
- NIMER E. 1989. *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 421p.

- NOLASCO M. C. 1988. Construções carbonáticas da costa norte do Estado da Bahia (Salvador a Subaúma). Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 243p.
- ORMOND R., HASSAN O., MEDIO D., PEARSON M. & SALEN M. 1997. Effectiveness of coral protection programmes in the Ras Mohammed National Park, Egyptian Red Sea. Proc. 8<sup>th</sup>. Int. Coral Reef Symp. Panamá, 2: 1931 - 1936.
- PIRES O. D., CASTRO C. B. & RATTO C. C. 1999. Reef coral reproduction in the Abrolhos reef complex, Brazil: endemic genus *Mussismilia*. Marine Biology, 135: 463 – 471.
- PITOMBO F. B., RATTO C. C. & BELÉM M. J. C. 1988. Species diversity and zonation pattern of hermatypic corals at two fringing reefs of Abrolhos archipelago, Brazil. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. Austrália, 2: 817 – 820.
- PRATES A. P. T. 2003. Recifes de coral e unidades de conservação costeiras e marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade. Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 176p.
- RIEGL, B. & RIEGL, A. 1996. Studies on coral community structure and damage as a basis for zoning marine reserves. Biological Conservation, 77: 269 – 277.
- ROGERS C. S. 1988. Recommendations for long-term assessment of coral reefs: U. S. National Park Service initiates regional program. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. Australia, 2: 399 –403.
- ROGERS C. S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. Marine Ecology Progress Series, 62: 185 –202.
- SEBENS K. P. 1995. Biodiversity of coral reefs: what are we losing and why? Amer. Zool., 34: 115 – 133.
- SEGAL B. & CASTRO C. B. 2001. A proposed method for coral cover assessment: a case study in Abrolhos, Brazil. Bulletin of Marine Science, 69 (2): 487 – 496.

- SEGAL B. & CASTRO C. B. 2003. Community structure at the Abrolhos archipelago, Brazil. Proc. 9<sup>th</sup>. Int. Coral Reef Symp., 2002.
- SILVEIRA I. C. A. da, SCHIMIDT A. C. K., CAMPOS E. J. D., GODOY S. S. & IKEDA Y. 2000. A corrente do Brasil ao longo da costa leste brasileira. Rev. Bras. Oceanogr. 48(2): 171-183.
- SOKAL R. R. & ROHLF F. J. 1995. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman and Company, 887 p.
- SYBESMA J. 1988. Marine resource protection versus marine tourism in Curaçao: a management problem?. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp. Austrália, 2: 411 –414.
- TABUAS DE MARÉ 2001. Costa do Brasil e portos estrangeiros, Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação.
- TRATALOS J. A. & AUSTIN T. J. 2001. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. Biological Conservation 102: 67 –75.
- UNDERWOOD A. J. 1997. Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press. 504 p.
- VAN TREECK P. & SCHUHMACHER H. 1998. Mass diving tourism – A new dimension calls for new management approaches. Mar. Pol. Bull., 37 (8-12): 499 – 504.
- VILLAÇA R. & PITOMPO F. B. 1997. Benthic communities of shallow-water reefs of Abrolhos, Brazil. Rev. Bras. Oceanogr., 45 (1-2): 35 – 43.
- ZAKAI D. & CHADWICK-FURMAN N. E. 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, norther Red Sea. Biological Conservation 105: 179 – 187.
- ZAR J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall. 663 p.