

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

Saulo Spanó [1]  
Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão [2]  
Ruy Kenji Papa de Kikuchi [3]



OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1982-7784  
Está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## 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 3.573 (LEÃO *et al.* 1993), e chegou em 1997 a 14.639 turistas/ano (dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos), um aumento de 410%.

Em geral, o zoneamento de ambientes recifais busca direcionar usos específicos a cada local visando, com isso, uma exploração do ambiente conjuntamente com a conservação 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, a exemplo de 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).

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 e 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 antropogênica.

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

A proposta deste trabalho foi diagnosticar o estado atual de conservação dos recifes em franja no arquipélago dos Abrolhos, 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 negativamente por atividades turísticas. Adicionalmente, foi investigada a capacidade suporte deste ecossistema recifal para sua utilização em atividades de mergulho.

## **Área de Estudo**

### **Localização dos recifes e das estações de estudo**

Os recifes estudados bordejam as ilhas do Arquipélago dos Abrolhos, situado na costa sul do estado da Bahia, entre os paralelos 17<sup>o</sup>41'40" e 17<sup>o</sup>42'40" Sul e os meridianos 38<sup>o</sup>57'30" e 38<sup>o</sup>58'30" Oeste, e distam cerca de 80 km do continente (Figura 1).

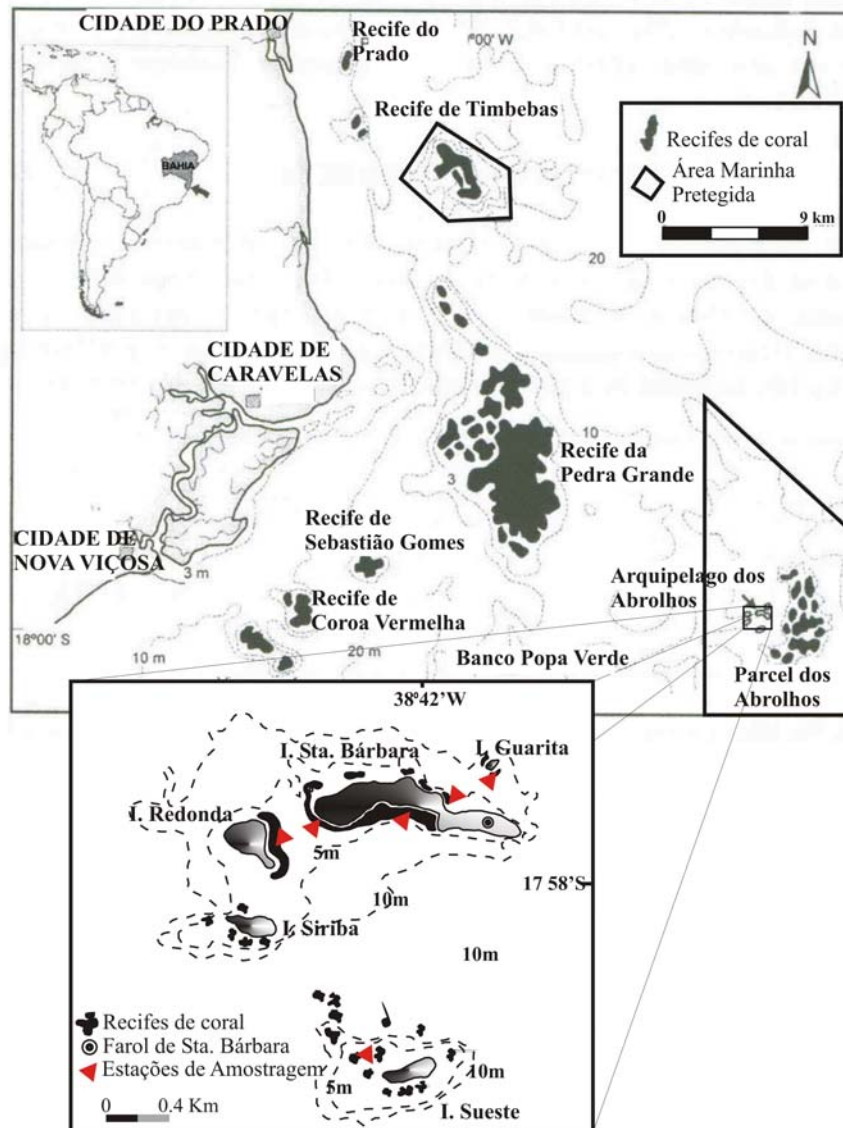


Figura 1: Mapa de localização dos recifes estudados, os triângulos vermelhos indicam as estações de trabalho (Modificado de LEÃO, 1982).

### Descrição dos recifes em franja das ilhas Santa Bárbara, Redonda, Sueste e Guarita

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 recorte na forma de uma baía na linha de costa da ilha, e neste ponto encontra-se a mais desenvolvida porção do recife de todo o arquipélago. Esta área é conhecida como Mato Verde, sendo a principal zona de lazer do Parque, cujas profundidades variam de zero até 10 metros, onde termina o recife e se inicia o substrato arenoso parcamente vegetado. As espécies de coral aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis* Verril, 1896; *M. hartti* Verril, 1868; *M. hispida* Verril, 1868; *Siderastrea stellata* Verril, 1868; *Favia gravida* Verril, 1868; *F. leptophylla* Verril, 1868; *Montastraea cavernosa* Linné, 1766; *Agaricia agaricites*

Linné, 1901; *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 Santa Bárbara, 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 matacões 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 6 m, e muitas das colônias de corais que aí ocorrem estão próximas do fundo arenoso que recobre o canal separando as duas ilhas. As espécies de coral aí encontradas são: *Mussimilia braziliensis*; *M. hartti*, *M. hispida*; *Siderastrea stellata*; *Favia grávida*; *Montastraea cavernosa*; *Agaricia agaricites*; *Porites branneri*, e o hidrocoral *Millepora alcicornis*. No limite do nível do mar encontra-se uma grande quantidade de moluscos gastrópodes vermetídeos. Esta área, apesar de ser aberta à visitação e receber mergulhadores, não atrai muitos freqüentadores e foi classificada, neste trabalho, como de uso moderado, e está designada como STA (Caldeiros Santa Bárbara).

Após uma interrupção na continuidade lateral do recife, ele volta a se desenvolver na área do Portinho Norte, onde os corais crescem profusamente. Esta localidade é freqüentada apenas 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 grávida*; *Scolymia welsii* Laborel, 1967; *Montastraea 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 limite 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).

Devido a pouca profundidade da maior parte do recife que bordeja a ilha Redonda, apenas o lado leste desta ilha foi amostrado. Nesta porção do recife o crescimento dos organismos ocorre sobre matacões 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*; *Montastraea cavernosa*; *Agaricia agaricites*; e *Porites branneri*, fazendo parte ainda desta lista o hidrocoral *Millepora alcicornis*. Este recife apesar de aberto à visitação não atrai mergulhadores e turistas, sendo classificado no trabalho, como de uso moderado, designado como RED (Redonda).

O recife em franja da ilha Sueste apresenta-se pouco desenvolvido e, à semelhança dos demais recifes, está edificado sobre matacões de rochas de origem vulcânica. Os corais ocorrentes 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. 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 ao seguir o plano de manejo, é considerada como zona intangível, de nenhum uso. Esta estação está referida neste trabalho como SUE (Sueste).

O recife em franja da ilha Guarita, como os demais recifes, cresce sobre blocos vulcânicos. 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*; *Montastraea cavernosa*; *Agaricia agaricites*; *Porites astreoides* e *P. branneri*; e o hidrocoral *Millepora alcicornis*. Neste recife a classificação segue o plano de manejo, sendo considerada como zona intangível, onde não é permitido qualquer tipo de uso. Este trabalho denomina esta estação de GUA (Guarita).

## **Clima e oceanografia da região de estudo**

Situada na costa leste do Brasil, a região onde está o banco dos Abrolhos possui um clima tropical úmido com temperaturas médias do ar em torno de 24º C no inverno, e de 27º 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).

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 (BRASIL, 1971, BRASIL, 1972). As ilhas do arquipélago são circundadas por bancos arenosos com profundidade média de 11 m. Os “chapeirões” – pináculos recifais com forma de cogumelos gigantes, 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 em torno de 10 a 15 m.

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° 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 (BRASIL, 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. Neste banco 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 está posicionada 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).

Os dados do porto de Ilhéus e do porto de Vitória, situados aproximadamente 300 km respectivamente ao norte e ao sul da região de Abrolhos registram marés semidiurnas (BARROS, 2001) com amplitude de 1,6 a 1,7 m, conforme a Tábua de Marés, 2001. 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° e 28° C, enquanto que entre os meses de julho a outubro, período mais frio, as temperaturas oscilam entre 24° e 25° C. A variação vertical da temperatura da água no paralelo 19° 00' S não ultrapassa de 2° C mais fria que a da superfície.

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 ups (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 ups. 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).

## Metodologia do trabalho

Os trabalhos de campo foram realizados durante o mês de março de 2002, e valeram-se dos seguintes materiais para coleta de 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; trenas confeccionadas em PVC e cabo *polyester* com 10 metros de comprimento com marcações nos limites 1, 3, 5, 7 e 9 m; réguas graduadas 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; e computador portátil para armazenagem dos dados coletados durante os mergulhos.

A técnica para a coleta dos dados utilizou como base os parâmetros descritos no protocolo *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment* (AGRRA), segundo Ginsburg *et al.* (1999), o qual tem como princípio a utilização de senso visual ao longo de transsectos. Este protocolo atende a quatro objetivos 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.

Nesta pesquisa 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; d) às taxas de mortalidade recente e antiga; e, e) o número de recrutas de corais. 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 transecto, 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.

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).

### **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 Análise de Variância (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 estação), atendendo, assim, um número suficiente para este tipo de análise (UNDERWOOD, 1997). Quando a análise ANOVA resultou em diferença significativa foram feitas comparações individuais, pareamento dois a dois, com o teste *Least Significant Difference* (LSD), de acordo com Sokall e 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.

### **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 visita representaram como os locais 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.



## Resultados

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.

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,  $16,17\% \pm 2,84$ . As demais estações apresentaram os seguintes valores de cobertura média viva de corais; Guarita (GUA)  $15,82\% \pm 2,77$ , Sueste (SUE)  $14,17\% \pm 2,84$ , Redonda (RED)  $13,75\% \pm 2,82$ , e Caldeiros Santa Bárbara (STA)  $18,98\% \pm 1,86$ . Quando comparada individualmente, a estação MVE apresenta diferença significativa (LSD  $p < 0,05$ ) com as demais estações, assim,  $MVE < GUA \cong SUE \cong RED \cong STA \cong PNO$ .

## Porcentagem de mortalidade dos corais

Para que pudessem ser realizadas 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%. 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 (Figura 2).

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 significativamente distinta (LSD  $0,01 > p > 0,001$ ) das estações Mato Verde (MVE) e Sueste (SUE), e significativamente distinta (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). A estação Caldeiros Santa Bárbara (STA) apresentou o maior número de colônias atingidas por alguma porcentagem de mortalidade. 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".

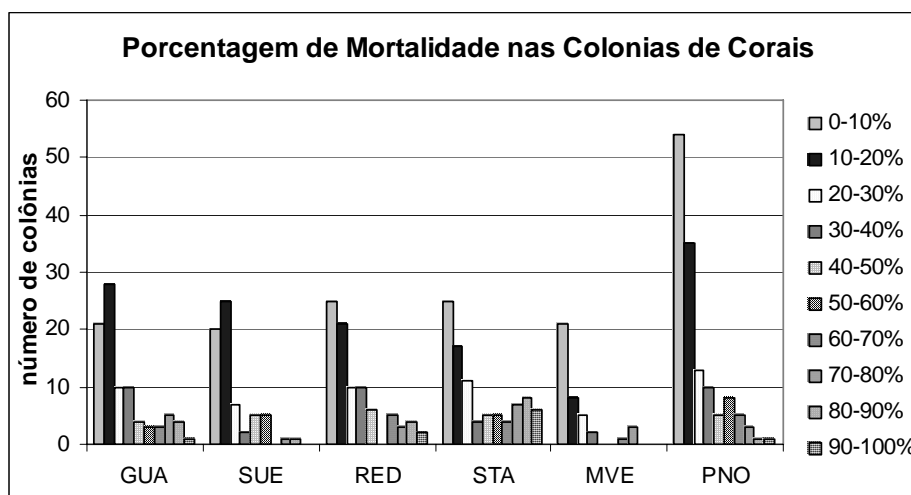


Figura 2: Número de colônias de corais com alguma indicação de mortalidade. Os dados foram agrupados em classes. (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). (n=6)  
Org.: Saulo Spanó, 2003.

### Número de espécies

A riqueza de espécies foi calculada nos seis transsectos 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. 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  $GUA \cong PNO > RED \cong STA \cong MVE \cong SUE$ .

### 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, 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, com exceção da espécie *Siderastrea stellata*, e o maior diâmetro médio de *Mussismilia braziliensis*. A Tabela 1 mostra a superioridade numérica da espécie *Mussismilia braziliensis*, com diâmetro igual ou superior a 20 cm, frente

às demais colônias nas estações amostradas. 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 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”.

A estação Mato Verde (MVE) apresentou a menor média de ocorrência de *M. braziliensis* por transsecto  $7,67 \pm 0,92\%$ , enquanto que na estação Portinho Norte (PNO) ocorreu uma média de  $29,17 \pm 3,13\%$  colônias, o maior valor encontrado entre as estações (Tabela 2). 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 Santa 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). Com base nos resultados obtidos e nas análises estatísticas, pode-se definir as estações visitadas da seguinte forma quanto a ocorrência de *M. braziliensis*: “PNO > STA  $\cong$  SUE  $\cong$  RED  $\cong$  GUA > MVE”.

Tabela 1 – Porcentagem de ocorrência das espécies amostradas nas estações, e diâmetro ( $\emptyset$ ) médio das colônias de *Mussismilia braziliensis*. MB - *Mussismilia braziliensis*, MA - *Millepora alcicornis*, MHA - *Mussismilia hartti*, SS - *Siderastrea stellata*, MC - *Montastraea cavernosa*, FL - *Favia leptophylla*, 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	$\emptyset$ médio ( $\pm$ EP) das colônias de MB (cm)
GUA	71,92%	7,53%	4,11%	2,05%	9,59%	2,03%	0,68%	42,57 ( $\pm$ 2,72)
SUE	89,93%	5,76%	0,00%	3,60%	0,00%	0,72%	0,00%	32,87 ( $\pm$ 3,61)
RED	91,95%	4,70%	0,67%	0,67%	1,34%	0,67%	0,00%	33,65 ( $\pm$ 1,65)
STA	95,28%	0,79%	2,36%	0,79%	0,79%	0,00%	0,00%	32,87 ( $\pm$ 1,21)
MVE	92,00%	0,00%	2,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	32,70 ( $\pm$ 2,30)
PNO	86,63%	1,98%	1,49%	4,95%	3,96%	0,99%	0,00%	35,37 ( $\pm$ 2,03)

Org.: Saulo Spanó, 2003.

Tabela 2 – Dados referentes às colônias de *Mussismilia braziliensis* (MB) amostradas nos recifes estudados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte). Ø = diâmetro e EP = erro padrão. (n=6).

Estação	Nº de colônias de MB com Ø < 20 cm.	Nº de colônias de MB com Ø >20 cm.	Total de colônias de MB	Ocorrência média de MB por transsecto (±EP)
GUA	88	105	193	14,67 (± 1,61)
SUE	79	125	204	13,17(± 2,24)
RED	69	137	206	11,50 (± 1,59)
STA	89	121	210	14,83 (± 4,13)
MVE	57	46	103	9,50 (± 2,10)
PNO	86	175	261	14,33 (± 2,56)

Org.: Saulo Spanó, 2003.

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” (Tabela 2).

A ocorrência de *Mussismilia 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 os valores médios ( $\pm$  EP) das estações Guarita =  $3,22 \pm 0,26$ , Sueste =  $3,48 \pm 0,63$ , Redonda =  $3,43 \pm 0,16$ , Caldeiros Santa Bárbara =  $3,50 \pm 0,46$ , Mato Verde =  $1,72 \pm 0,26$  e Portinho Norte =  $4,35 \pm 0,39$  e confrontando estes entre si, a ocorrência de *Mussismilia braziliensis* pode ser representada como: “PNO > STA  $\cong$  RED  $\cong$  SUE  $\cong$  GUA > MVE”.

### Número de recrutas e rugosidade dos recifes

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  $0,01 > p > 0,001$ ) do que a 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  $\pm 1,48$ . As demais estações apresentaram os seguintes valores para o número de recrutas encontrados; Sueste (SUE) = 7,5  $\pm 1,15$ , Redonda (RED) = 7  $\pm 1,93$ , Caldeiros Santa Bárbara (STA) = 5,17  $\pm 1,85$  e Portinho Norte (PN) = 4,33  $\pm 1,38$ . Com base nos resultados obtidos e nas análises estatísticas, pode-se definir as estações visitadas da seguinte forma para ocorrência de recrutas: "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.

A maior rugosidade encontrada foi na estação Guarita (GUA), média de 1,22 m  $\pm 0,21$ , e a menor a da estação Mato Verde (MVE), média de 0,47cm  $\pm 0,06$ . 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). As demais estações apresentaram os seguintes valores para rugosidade; Sueste (SUE) = 0,90 cm  $\pm 0,22$ , Redonda (RED) = 0,83 cm  $\pm 0,20$ , Caldeiros Santa Bárbara (STA) = 0,99 cm  $\pm 0,21$  e Portinho Norte (PN) = 0,64 cm  $\pm 0,09$ . Com base nos resultados obtidos e nas análises estatísticas, pode-se definir as estações visitadas da seguinte forma quanto a rugosidade: "GUA > STA  $\cong$  SUE  $\cong$  RED > PNO  $\cong$  MVE".

## **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. Pelos dados fornecidos pela diretoria do ParNaM dos Abrolhos, em seis anos, o número de turistas diminuiu em 39,35%, passando de 14.639 visitantes em 1997, para 8.879 visitantes em 2002 (Figura 3).

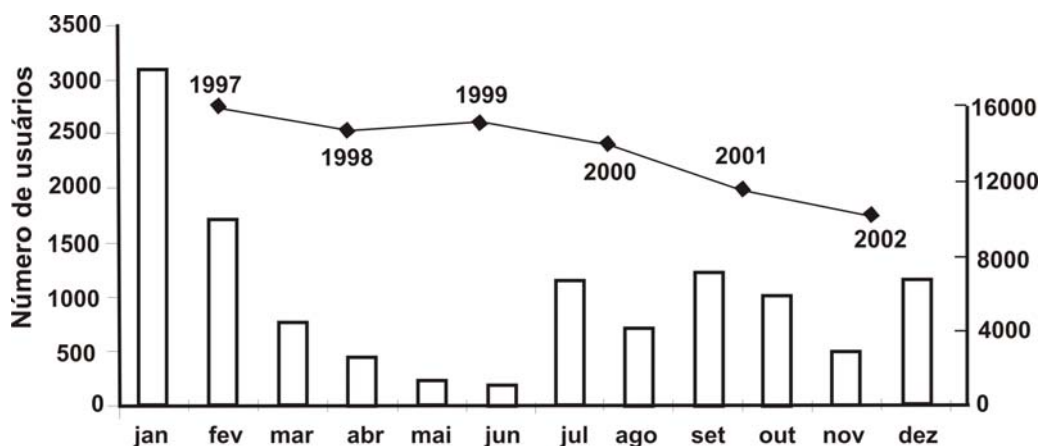


Figura 3: Médias mensais do número de usuários do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos entre os anos de 1997 e 2002 (esquerda do gráfico), e número total de visitantes no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos entre os anos de 1997 e 2002 (direita do gráfico), ilustrando uma tendência de diminuição do número de visitantes (Dados fornecidos pela Diretoria do ParNaM dos Abrolhos). Org.: Saulo Spanó, 2003.

### 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 média) + 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 03). 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 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) (ver tabela 3). Exemplo, a estação Redonda (RED) na tabela 3, obteve como valor total o número 16, o que a coloca como uma estação intermediária (segundo intervalo de classe, 13,667 a 17,334).

Tabela 3 – 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).

Parâmetros	ANOVA	GUA	SUE	RED	STA	MVE	PNO
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

Org.: Saulo Spanó, 2003.

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). 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, oferecendo boa condição de fundeio. 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. Com base em observações pessoais, durante o exercício de guarda-parque na área, foi admitido, para este trabalho, as seguintes categorias de visitação para cada estação: AF – altamente freqüentada; MF – moderadamente freqüentada; NF – nunca freqüentada; e CF – casualmente freqüentada (ver tabela 03), assim como foi realizada uma reclassificação da zona permitida ao uso intensivo em três subzonas distintas, a saber: subzona de uso intensivo, representada pela estação Mato Verde (MVE); subzona de uso moderado, abrangendo as estações Caldeiros Sta. Bárbara (STA) e Redonda (RED); e subzona de uso ocasional, compreendendo a estação Portinho Norte (PNO) (Figura 4). 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).

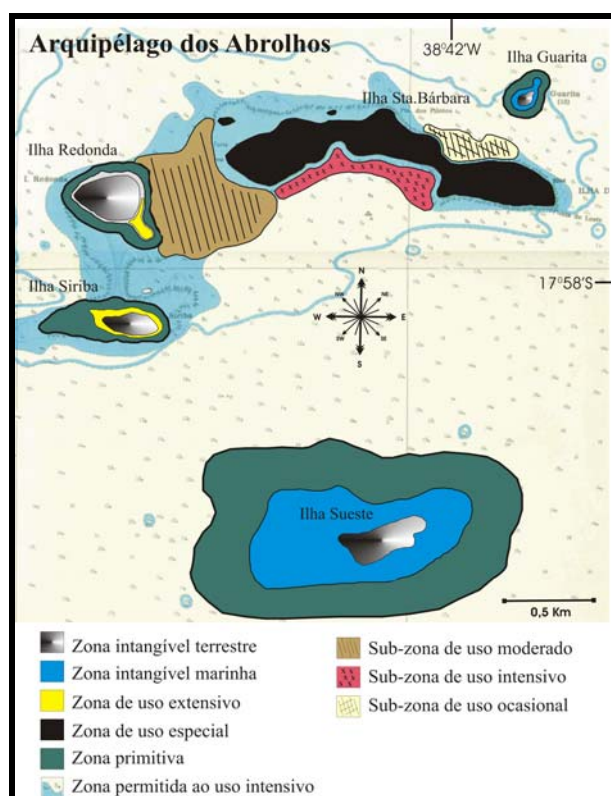


Figura 4 – Reinterpretação do zoneamento para uso dos recifes do arquipélago dos Abrolhos (IBAMA/Funatura, 1991) a partir dos resultados deste trabalho, com reclassificação da zona de uso intensivo em três distintas subzonas: subzona de uso intensivo, subzona de uso moderado e subzona de uso ocasional (Base da Carta Náutica # 1311, BRASIL, 1972))

Org.: Saulo Spanó, 2003.



## Discussão

### 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 (GINSBURG *et al.*, 1999), 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 3), puderam-se somar as análises estatísticas que comprovam as diferenças entre as estações. A tabela 4 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 4) 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).

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 a estação Mato Verde (MVE), pode estar relacionado com a existência de interferências antropogênicas 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 do fundo pelos mergulhadores e depositado sobre os recifes.

Tabela 4 – Comparação, entre os recifes estudados, a partir dos valores atribuídos aos parâmetros bióticos analisados (GUA-Guarita; SUE-Sueste; RED-Redonda; STA-Caldeiros Sta. Bárbara; MVE-Mato Verde e PNO – Portinho norte).

Parâmetros avaliados	Maior valor médio	Comparação entre as estações	Menor valor médio
Cobertura viva de corais	PNO=16,2%± 2,8	PNO≅STA≅RED≅SUE≅GUA>MVE	MVE=7,2% ±1,3
Percentual de mortalidade	STA=33,9%± 7,3	“STA>GUA≅RED>PNO≅SUE≅MVE”	MVE=16,3%± 4,8
Riqueza de espécies	GUA=8,8 ± 0,2	GUA≅PNO>RED≅STA≅MVE≅SUE	SUE=4,8 ± 0,1
Diâmetro das <i>M. braziliensis</i>	GUA=42,56 ± 2,7	“GUA>PNO≅STA≅RED≅SUE≅MVE”	MVE=32,7 ± 2,3
Nº de <i>M. braziliensis</i> >20cm	PNO=29,2 ± 3,1	“PNO>STA≅SUE≅RED≅GUA>MVE”	MVE=7,7 ± 0,9
Nº de <i>M. braziliensis</i> <20cm	STA=14,8 ± 4,1	“STA≅GUA≅PNO>SUE>RED>MVE”	MVE=9,5± 1,4
Nº de <i>M. braziliensis</i> por m <sup>2</sup>	PNO=4,3 ± 0,4	“PNO>STA≅RED≅SUE≅GUA>MVE”	MVE = 1,7 ± 0,3
Nº de recrutas	GUA=10 ± 1,5	“GUA>SUE≅RED>STA≅PNO≅MVE”	MVE = 3,8 ± 1,1

Org.: Saulo Spanó, 2003.

Dos resultados encontrados para as estações Caldeiros Santa Bárbara (STA) e Redonda (RED), apenas o índice de mortalidade dos corais da estação

Caldeiros Santa 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, o 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 Santa 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 4). 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 4). 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 neste recife 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 4). 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 disso, o desnível de mais 10 m de profundidade pode favorecer, juntamente com a rugosidade deste recife, a formação de uma maior variedade de habitats.

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>; e um alto número de recrutas e uma baixa mortalidade. Devido à sua localização abrigada, ao ambiente de baixa energia, e à 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 e ondas atuantes na região do arquipélago, que atingem diferentemente os recifes.

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 apresentaram 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 Santa 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 (ver tabela 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), sendo esta atividade 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 adversos 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 Santa 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 sob jurisdição do IBAMA, as atividades antropogênicas 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 nas proximidades das ilhas Santa 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 do 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, podendo 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 relacionado com a ocorrência das atividades subaquáticas 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, mas, sim, na visualização das baleias jubarte, *Megaptera novaeangliae*, que procuram o banco de Abrolhos para procriarem (ver figura 3).

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). Obtivemos, assim, o total de 6.790 turistas freqüentando o Parque na alta estação turística. Considerando que todas as embarcações freqüentes no parque, neste período, fazem uma visita à estação Mato Verde (MVE), e, levando em conta que não foram somados os meses intermediários ao verão, pois nestes meses nem todos os visitantes mergulham, 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. Dessa forma, a superestimação devida a ocasionais mudanças no tempo compensa a subestimação anterior.

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, aonde 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; CHADWIK-FURMAN, 2002), entretanto, também outros fatores têm sido medidos para se prever as conseqüências do uso dos recifes pelo homem, a exemplo do diâmetro das colônias, da sua taxa de mortalidade, da riqueza de espécies e da presença de recrutas.

Em um trabalho realizado por Tratalos e 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 e 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 6.000 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, número de recrutas de corais, taxa de mortalidade)

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 depositado sobre as colônias dos corais. O estresse proveniente da sedimentação aumenta a turbidez na água e resulta em diminuição da iluminação (redução da taxa de 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 à 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 Santa 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 às 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 do parque.

### **O índice de 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 de que o mergulho está 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 (SYBESMA, 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; SCHUMACHER, 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 índice de uso deve ser imposto (HAWKINS; ROBERTS, 1993a).

Os estudos prévios em comunidades de corais têm mostrado a perda significativa na cobertura de corais e a alta frequência de estragos nos locais com intensidades superiores a aproximadamente 5.000 e 6.000 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 6.000 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 (LEÃO, 1982).

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, na 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 índices de capacidade de usuários que este 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 da água 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 recifais.

Para definirmos a capacidade suporte dos recifes em franja do arquipélago dos Abrolhos, devemos estipular uma dimensão recifal. Hawkins e Roberts (1997) definiram 500 m de extensão como sendo um sítio para cálculo desta capacidade. Nos recifes estudados, esta dimensão de 500 m só é encontrada no recife do Mato Verde (MVE). Sendo, portanto, necessário que o número de 6.000 mergulhos por ano por local, descrito por estes autores, seja reavaliado para os demais recifes em franja de 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 6.000 mergulhos/ano, parece adequado adotar este número como limite de uso para este recife. E um índice inferior a este para os demais recifes em franja do arquipélago, visto que suas dimensões são inferiores a 500 m.

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, pode-se adotar o mesmo índice proposto por Hawkins e Roberts (1997) – 6000 mergulhos/ano – no recife do Mato Verde (MVE) e um menor índice para os demais recifes como um número aceitável de mergulhos por ano por recife, induzindo com isso a uma conservação dos recifes do arquipélago.

## CONCLUSÕES

Os recifes agrupados dentro das categorias designadas no zoneamento estabelecido no plano de manejo do parque, já apresentaram 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 desses recifes pelos mergulhadores. A localização destes recifes na costa sul da ilha Santa Bárbara, na área mais protegida dos ventos dominantes faz com que seja esta a área de maior preferência dos visitantes.

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 indicativos de que há necessidade de uma avaliação detalhada de quais outros fatores que 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.

## Referências

ALLISON W. R. Snorkeler damage to reef corals in the Maldivian Islands. **Coral Reefs**, Heidelberg, v.15, n. 4, p. 215 – 218, nov. 1996.

BARROS G. L. M de. **Navegar é fácil**. 11. ed. Rio de Janeiro: Catau, 2001.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Brasil – Costa Leste: da ponta Cumuruxatiba ao Rio Doce**. Rio de Janeiro: 4 ed. Marinha do Brasil, dez. 1971. Carta Náutica 1300. Escala 1: 301.039 na latitude 18<sup>o</sup>22,5'.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Brasil – Costa Leste: Fundeadouros de Abrolhos**. Rio de Janeiro: 4 ed. Marinha do Brasil, dez. 1972. Carta Náutica 1311.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Atlas de cartas-piloto: Oceano Atlântico, de Trinidad ao Rio da Prata**. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil. 1974.

BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Tabuas de Maré. Costa do Brasil e portos estrangeiros**. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 2001.

CASTRO B. M.; MIRANDA L. B. de. Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 4<sup>0</sup>N and 34<sup>0</sup>S. In: ROBBINSON, A. R.; BRINK, K. H. (eds). **The sea**. Miami: John Willey & Sons, v. 11, p. 209-251. 1998.

CONNEL, Y. H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science**, Washington, DC, v.199, p. 1302-1310, mar.1978.

CREED J. C.; AMADO FILHO G. M. 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**, Amsterdam, v.235, n. 2, p. 285-306, mar.1999.

DAHL A. L. Monitoring coral reefs for urban impact. **Bulletin of Marine Science**, Miami, v. 4, n. 3, p. 544-551. 1981.

DUSTAN P. Developing methods for assessing coral reef vitality: a tale of two scales. In: Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History, 1993, Miami. **Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History**. Miami: 1993. p. 38-44.

EPSTEIN, N.; BAK, R. P. M.; RINKEVICH, B. Implementation of a small-scale "no-use zone" policy in a reef ecosystem: Eilat's reef-lagoon six years later. **Coral Reefs**, Heidelberg, v. 18, n. 4, p. 327-332, dez. 1999.

GINSBURG, R. N.; KRAMER, P.; LANG, J.C.; SALE, P.; STENECK, R. S. **AGRRA, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment**, Miami, 1999. Disponível em: <<http://www.coral.noaa.gov/agra/>>. Acesso em: 10 dez. 2003.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. Effects of recreational SCUBA diving on fore-reef slope communities of coral reefs. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 62, n. 3, p. 171-178. 1992.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. Effects of recreational SCUBA diving on coral reefs: trampling reef-flat communities. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 30, p. 25-30. 1993a.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and possible future effects on coral reefs. In: Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History, 1993, Miami. **Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History**. Miami, p. 385-391. 1993b.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. Estimating the carrying capacity of coral reefs for SCUBA diving. In: 8<sup>th</sup>. International Coral Reef Symposium. Panamá, **Proceedings of 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Sym.**, v. 2, p. 1923-1926. 1997.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M.; VAN'T HOF, T.; DE MEYER, K.; TRATALOS, J.; ALDAM C. Effects of recreational SCUBA diving on Caribbean coral and fish communities. **Conservation Biology**, Gainesville, v. 13, n. 4, p. 888-897. 1999.

IBAMA/FUNATURA. Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Diretoria de Ecossistemas. Departamento de Unidades de Conservação. Divisão de Gerenciamento de Unidades de Conservação. **Plano de Manejo – Parque Nacional Marinho dos Abrolhos**. Brasília: Fundação Pró-natureza, 1991.

JAMESON, S. C.; AMMAR, M. S. A.; SAADALLA, H. M.; RIEGL, B. A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea, **Coral Reefs**, Heidelberg, v. 18, n. 4, p. 333-339, dez. 1999.

KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N.; TESTA, V.; DUTRA, L. X. C.; SPANÓ, S. Rapid assessment of Abrolhos reefs, eastern Brazil (Part 1: stony corals and algae). **Atoll Research Bulletin**, Washington, DC, v. 496, p. 172-188. 2003.

LEÃO, Z. M. A. N. **Morfology, geology and developmental history of southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil**. 1982. 218p. (Phd Dissertation), Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. University of Miami, Florida, 1982.

LEÃO, Z. M. A. N.; GINSBURG R. N. Living reefs surrounded by siliciclastics sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil. In: LESSIOS, H.; MACINTYRE, I., (eds). 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium. **Proceedings of 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.** Panamá, v. 2, p. 1767-1772. 1997.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. The Bahian coral reefs – from 7000 years BP to 2000 years AD. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 51, n. 3-4, p. 262-273. 1999.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. The Abrolhos Reef of Brazil. In: SEELINGER, U.; KJERFVE, B. (eds.). **Coastal Marine Ecosystems of Latin America**, New York, Springer-Verlag, p.83-96. 2001.

LEÃO, Z. M. A. N.; TELLES M. D.; SFORZA R.; BULHÕES, H. A.; KIKUCHI, R. K. P. Impact of tourism development on the coral reefs of the Abrolhos area, Brazil. In: Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History, 1993, Miami. In: GINSBURG, R. N. (ed). **Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reef, Health, Hazards and History**. Miami: University of Miami 1993. P. 254-260.

MEDIO, D.; ORMOND, R. F. G.; PEARSON, M. Effects of briefings on rates of damage to corals by SCUBA divers. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 79, n.1, p. 91-95. jan. 1997.

MUTHIGA, N. A.; McCLANAHAN, T. R. The effect of visitors use on the hard coral communities of the Kisite Marine Park, Kenya. In: LESSIOS, H.; MACINTYRE, I., (eds). 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium. **Proceedings of 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.**, Panamá, v. 2, p. 1879-1882. 1997.

NEIL, D. Potencial for stress due to sediment resuspension and deposition by reef walkers. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 52, n. 3, p. 221-227. 1990.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

ORMOND, R.; HASSAN, O.; MEDIO, D.; PEARSON, M.; SALEN, M. Effectiveness of coral protection programmes in the Ras Mohammed National Park, Egyptian Red Sea. In: LESSIOS, H.; MACINTYRE, I., (eds). 8<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium. **Proceedings of 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.** Panamá, v. 2, p. 1931 - 1936. 1997.

PIRES, O. D.; CASTRO, C. B.; RATTO C. C. Reef coral reproduction in the Abrolhos reef complex, Brazil: endemic genus *Mussismilia*. **Marine Biology**, Heidelberg, v. 135, n. 3, p. 463-471, dez. 1999.

RIEGL, B.; RIEGL, A. Studies on coral community structure and damage as a basis for zoning marine reserves. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 77, n. 2-3, p. 269-277. 1996.

ROGERS, C. S. Recommendations for long-term assessment of coral reefs: U. S. National Park Service initiates regional program. In: 6<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium. **Proceedings of 6<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.**, Australia, v. 2, p. 399 – 403. 1988.

SEBENS, K. P. Biodiversity of coral reefs: what are we losing and why? **American Zoologists**, Oxford, v. 34, n. 1, p. 115-133. 1994.

SILVEIRA, I. C. A. da; SCHIMIDT, A. C. K.; CAMPOS, E. J. D.; GODOY, S. S.; IKEDA, Y. A corrente do Brasil ao longo da costa leste brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 171-183. 2000.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. Biometry. **The principles and practice of statistics in biological research**. 3. ed. New York: W. H. Freeman, 1995.

SYBESMA, J. Marine resource protection versus marine tourism in Curaçao: a management problem? In: 6<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium. **Proceedings of 6<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.**, Australia, v. 2, p. 411-414. 1988.

TRATALOS, J. A.; AUSTIN, T. J. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 102, n. 1, p. 67-75, nov. 2001.

UNDERWOOD, A. J. **Experimentals in ecology**: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

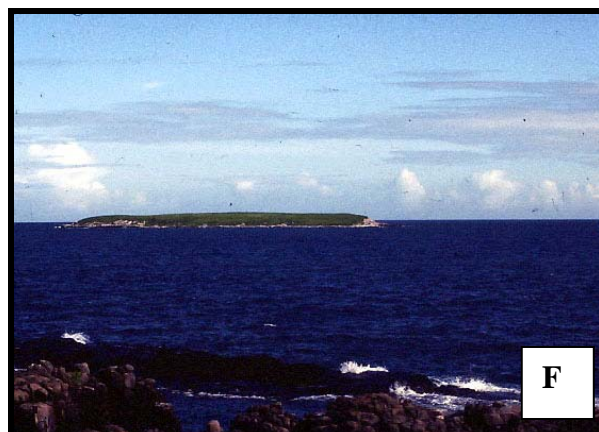
VAN TREECK, P.; SCHUHMACHER, H. Mass diving tourism: a new dimension calls for new management approaches. **Marine Pollution**, Amsterdam, v. 37, n. 8-12, p. 499 -504. dez. 1998.

ZAKAI, D.; CHADWICK-FURMAN, N. E. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, norther Red Sea. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 105, n. 2 , p. 179 – 187, jun. 2002.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall. 1999.

---

**Imagens da área:**



Prancha 1: Arquipélago dos Abrolhos: A – As cinco ilhas do arquipélago. B – Ilha Santa Bárbara vista da Ilha Redonda. C – Ilha Guarita vista do Portinho Norte, Sta. Bárbara. D – Ilha Redonda vista dos Caldeiros, Santa Bárbara. E – Ilha Siriba vista do Portinho Sul, Sta Bárbara. F – Ilha Sueste vista da Ilha Siriba. Fotos: Marcelo Skaf (A); Saulo Spanó (B, C, D, E e F).



Imagens subaquáticas: A – Colônia de *Mussismilia braziliensis*. B – Topo recifal, colônias de *Millepora alcicornis* (hidocoral) e *Mussismilia harttii*. C – Topo recifal, colônias de *Millepora alcicornis* (à direita) e *Mussismilia braziliensis* (em baixo, centro), com o zoantídeo *Palythoa caribaeorum*. D – Colônia de *Mussismilia hispida*. E – Colônias de *Mussismilia harttii* (à esquerda) e *Montastraea cavernosa* (à direita) F – *Favia leptophila*. Fotos: Bertran M. Feitosa (F), Leo Ximenes Cabral Dutra (B) e Ruy Kikuchi (A, C, D e E).



## **Agradecimentos**

Aos membros do time de campo do programa AGRRA de 2002: L. Dutra; C. Sampaio; B. Feitosa; M. Telles; R. Silva; A. Bonici Neto. Aos dirigentes do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos pelo apoio logístico, e ao Prof. Dr. Francisco Barros Junior pelas críticas e sugestões como participante da Banca Examinadora da Dissertação de Mestrado de Saulo Spanó. O trabalho contou com recursos financeiros provenientes de projetos apoiados pelo CNPq e MCT. Saulo Spanó foi bolsista de Mestrado e Zelinda Leão e Ruy Kikuchi são bolsistas de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

---

### **Informações sobre os autores:**

[1] Saulo Spanó – <http://lattes.cnpq.br/3183765347304732>

Pesquisador convidado do Grupo de Ecologia Marinha Tropical e do Grupo de Oceanografia Tropical, Universidade Federal da Bahia  
*Campus Federação*, Salvador, Bahia.  
Contato: [spanosaulo@gmail.com](mailto:spanosaulo@gmail.com)

[2] Zelinda Margarida de Andrade Nery Leão – <http://lattes.cnpq.br/7898440025320961>

Professora do Curso de Pós-Graduação em Geologia. Pesquisadora do CNPq  
Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, *Campus Federação*, Salvador, Bahia.  
Contato: [zelinda@ufba.br](mailto:zelinda@ufba.br)

[3] Ruy Kenji Papa de Kikuchi – <http://lattes.cnpq.br/8391627429679768>

Professor e Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Geologia e  
Pesquisador do CNPq, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia,  
*Campus Federação*, Salvador, Bahia.  
Contato: [kikuchi@ufba.br](mailto:kikuchi@ufba.br)