Capítulo 12

Monitoramento dos recifes e ecossistemas coralinos

Zelinda M. A. N. Leão
Augusto Minervino-Neto
Beatrice P. Ferreira
Caroline V. Feitosa
Claudio L. S. Sampaio
Cristiane F. Costa-Sassi
Elizabeth G. Neves
Fúlvio A. M. Freire
George-Olavo M. Silva
Gil M. R. Strenzel
Hilda H. Sovierzoski
Jorge E. L. Oliveira

Liana F. Mendes
Marcelo O. Soares
Maria-Elisabeth Araujo
Marília D. M. Oliveira
Mauro Maida
Monica D. Correia
Ricardo S. Rosa
Roberto Sassi
Rodrigo Johnsson
Ronaldo B. Francini-Filho
Ruy K. P. Kikuchi
Tatiana S. Leite

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

LEÃO, ZMAN., *et al.* Monitoramento dos recifes e ecossistemas coralinos. In: TURRA, A., and DENADAI, MR., orgs. *Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos* [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, pp. 155-179. ISBN 978-85-98729-25-1. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

CAPÍTULO 12

MONITORAMENTO DOS RECIFES E ECOSSISTEMAS CORALINOS

Zelinda M. A. N. Leão, Augusto Minervino-Neto, Beatrice P. Ferreira, Caroline V. Feitosa, Claudio L. S. Sampaio, Cristiane F. Costa-Sassi, Elizabeth G. Neves, Fúlvio A. M. Freire, George-Olavo M. Silva, Gil M. R. Strenzel, Hilda H. Sovierzoski, Jorge E. L. Oliveira, Liana F. Mendes, Marcelo O. Soares, Maria-Elisabeth Araujo, Marília D. M. Oliveira, Mauro Maida, Monica D. Correia, Ricardo S. Rosa, Roberto Sassi, Rodrigo Johnsson, Ronaldo B. Francini-Filho, Ruy K. P. Kikuchi, Tatiana S. Leite

Foto: Ruy K. P. Kikuchi

INTRODUÇÃO

Os recifes de corais abrigam uma grande diversidade de vida, oferecendo locais de refúgio, desova, criação, alimentação e reprodução para muitas espécies, além de serem uma importante fonte de alimento e de recursos econômicos para a sobrevivência das populações costeiras (Moberg & Folke, 1999). Cal-

cula-se que cerca de 30% a 40% dos recifes no mundo já estejam severamente danificados e que dentro de trinta a quarenta anos seja possível que 60% das áreas recifais estejam totalmente degradadas em consequência da ação sinérgica da atividade humana e das mudanças climáticas globais (Wilkinson, 2002).

A temperatura da superfície do mar constitui um dos fatores mais amplamente investigados em tempo de mudanças climáticas globais e tem sido apontada como um dos mais importantes agentes ambientais que controlam o crescimento dos corais (Lough & Barnes, 2000). Isso porque, como consequência do aquecimento das águas oceânicas, os corais têm sido expostos a eventos de estresse térmico com elevada frequência e de grande intensidade (Hoegh-Guldberg, 1999; Hughes *et al.*, 2003; Donner *et al.*, 2005). Um aumento relativamente pequeno da temperatura das águas superficiais pode provocar a ocorrência do branqueamento, que é um processo relacionado à perda, pelos corais, de suas algas fotossintetizantes – as zooxantelas –, que estão presentes no tecido dos corais e que participam de uma cooperação vital que beneficia ambos os organismos, ou a perda dos pigmentos dessas algas simbiotes (Szmant & Gassmann, 1990). As zooxantelas, além de darem a cor ao coral, produzem componentes orgânicos que lhe servem de alimento e, em contrapartida, o coral provê abrigo para as algas e lhes fornece elementos químicos necessários à sua sobrevivência (Stanley Jr., 2006). Distúrbios ambientais podem interromper essa delicada simbiose, causando dissociação entre as algas e os corais. Neste caso o coral perde a sua cor, exibindo o esqueleto calcário branco, o que originou o nome branqueamento. A incidência e a severidade do fenômeno de branqueamento dos corais podem provocar mudanças na estrutura das comunidades coralinas, sobretudo na diminuição do crescimento linear e na redução da taxa de calcificação do esqueleto dos corais e, consequentemente, da manutenção e do desenvolvimento da estrutura recifal (Kleypas & Hoegh-Guldberg, 2008).

No Brasil, registros de eventos de branqueamento datam a partir do verão de 1993-1994 com ocorrências nos recifes localizados desde a costa nordeste do país e até em comunidades de corais presentes na costa do estado de São Paulo. Na costa leste já existem levantamentos sistemáticos desde o ano de 2000. Todos esses registros indicam que a ocorrência de branqueamento dos corais, no Brasil está relacionada a um aumento anormal da temperatura das águas oceânicas (Migotto, 1997; Castro & Pires, 1999; Dutra, 2000; Costa *et al.*, 2001, Costa *et al.*, 2004; Ferreira & Maida, 2006; Leão *et al.*, 2008 e 2010; Kelmo & Attrill, 2013). A avaliação dos efeitos das variações climáticas sobre a comunidade recifal do Brasil é uma das metas da ReBentos, e uma das estratégias mais utilizadas para medir esses efeitos é avaliar o branqueamento dos corais durante e após a ocorrência de eventos de anomalias térmicas das águas oceânicas.

Os ecossistemas recifais brasileiros estão localizados na costa das regiões Nordeste e Leste, formando uma importante província biogeográfica, diferenciada do Caribe devido à baixa diversidade de corais e ao elevado número de espécies endêmicas, tanto de corais como de outros invertebrados e peixes (Veron, 1995; Correia & Sovierzoski, 2013). A distribuição dos recifes ocorre desde os bancos do parcel de Manuel Luiz, no Estado do Maranhão (Amaral *et al.*, 2007 e 2008), passando a importantes áreas ao longo do litoral dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, estendendo-se até o sul da costa do estado de Alagoas, próximo à foz do rio São Francisco (Laborel, 1970; Testa, 1997; Castro & Pires, 2001; Ferreira & Maida, 2006; Santos *et al.*, 2007; Correia, 2011; Correia & Sovierzoski, 2013). Pequenas formações recifais ocorrem costa afora no estado de Sergipe (Neves *et al.*, 2005), bancos recifais isolados são encontrados no litoral norte do estado da Bahia (Nolasco & Leão, 1986; Kikuchi & Leão, 1997; Kikuchi, 2000; Kelmo & Attrill, 2001) e recifes bem desenvolvidos estendem-se ao longo de toda a costa do estado até a região de Abrolhos, onde estão os maiores e mais ricos recifes de corais de todo o oceano Atlântico Sul Ocidental (Hartt, 1870; Laborel, 1970; Hetzel & Castro, 1994; Pitombo *et al.*, 1988; Castro *et al.*, 2006; Kikuchi *et al.*, 2003; Leão *et al.*, 2003; Prates, 2006; Leão *et al.*, 2008; Francini-Filho *et al.*, 2008 e 2010). Várias formações recifais ocorrem na Zona Econômica Exclusiva (ZEE), incluindo o Atol das Rocas (Kikuchi, 1994 e 2002; Mañal & Bezerra, 1995; Maida *et al.*, 1997; Gherardi & Bosence, 1999 e 2001; Kikuchi, 2002; Pereira *et al.*, 2010; Soares *et al.*, 2011a e 2011b), Fernando de Noronha (Maida *et al.*, 1997; Castro & Pires, 2001; Amaral *et al.*, 2009), e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Laborel, 1970; Amaral *et al.*, 2002).

A Rede Global de Monitoramento dos Recifes de Coral (*Global Coral Reef Monitoring Network* – GCRMN) adota vários protocolos, os quais têm sido aplicados, já há algum tempo, em diferentes regiões do planeta para avaliação da saúde e da dinâmica dos ecossistemas recifais. Muitos desses protocolos são compatíveis entre si, considerando que os métodos de avaliação adotados são similares. Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos para avaliar a efetividade e a comparabilidade entre esses métodos, os quais indicam que, apesar de custos diferenciados, os dados obtidos são similares e comparáveis.

No Brasil, vários métodos têm sido utilizados para avaliar as condições dos recifes e dois deles, adotados pelos integrantes desta rede, estão ligados à Rede Global de Monitoramento dos Recifes de Coral: o Reef Check (Ferreira & Maida, 2006) e o *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment* – AGRRA Version 5.4 (Lang *et al.*, 2010).

Os pesquisadores componentes do Grupo de Trabalho Recifes e Ecossistemas Coralinos do INCT AmbTropic (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ambientes Marinhos Tropicais) elaboraram um Protocolo Mínimo de Campo para avaliar as condições dos recifes e ecossistemas coralinos das regiões nordeste e leste do Brasil, o qual está disponível na página do Instituto (www.inctambtropic.org). Esse protocolo inclui os pontos em comum entre todas as técnicas utilizadas no Brasil e permite, doravante, a avaliação regional padronizada dos recifes do oceano Atlântico Sul Ocidental. Ele atende os objetivos da ReBentos, de que deve ser um procedimento de fácil execução e baixo custo, apresentando recomendações de amostragem que possam ser executadas nas áreas recifais do Brasil por pesquisadores familiarizados com o ecossistema recifal e que possa captar alterações ocasionadas pelas mudanças climáticas.

O objetivo do protocolo é, portanto, a avaliação da vulnerabilidade, resistência e resiliência dos recifes e dos ecossistemas coralinos do Brasil face aos impactos antrópicos e às mudanças climáticas. Ele irá comparar as variações espaço-temporais observadas nos recifes ao longo de toda a costa tropical do Brasil. Em uma etapa inicial, foram padronizados os métodos que estavam sendo utilizados por diversos pesquisadores, para que fossem estabelecidas metas de comparação dos seus resultados face às diferentes situações e questões enfrentadas. Avaliando os efeitos das mudanças climáticas globais e dos impactos antrópicos sobre os organismos e suas interações nos ecossistemas recifais da plataforma continental e das ilhas oceânicas, pode-se determinar e entender a capacidade desses ecossistemas de suportar e de se recuperar frente a distúrbios com diferentes graus de intensidade, considerando a heterogeneidade espacial caracterizada pelas diferenças morfológicas, estruturais e composicionais dos recifes, assim como o estado da “saúde” dos sistemas protegidos e daqueles mais expostos às ameaças.

O Protocolo utilizará, como indicadores para a avaliação das condições dos recifes, os corais e os peixes recifais, podendo considerar também outros organismos recifais presentes durante o levantamento.

MÉTODOS

PERIODICIDADE AMOSTRAL

Pretende-se, no mínimo, realizar um levantamento anual durante ou logo após o período do verão (março, abril ou maio). Em caso de ocorrência de um evento de branqueamento forte de coral, que geralmente coincide com o período do verão, é conveniente que haja retorno aos locais amostrados após cerca de seis a oito meses para verificar se houve mortalidade das colônias branqueadas.

DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para seleção das áreas a serem monitoradas, serão adotados os critérios descritos na Rede Global de Monitoramento dos Recifes de Corais (GCRMN) para descrever uma Região, uma Área ou Local, um Recife e um Sítio (Hill & Wilkinson, 2004; Kramer, 2003).

- **Região** é definida em uma escala espacial de 100 a 1000 km;
- **Área** ou **Local** é definida em uma escala espacial de 10 a 100 km;
- **Recife** será definido em uma escala espacial de 1 a 10 km;
- **Sítio** ou **Estação** é a unidade mínima e deve ser aparentemente homogênea, com dimensões espaciais de aproximadamente 200 x 200 m, podendo ser alcançada de um barco ancorado nas proximidades.

No Brasil, esses critérios de escala espacial podem, entretanto, ser alterados, expandidos ou reduzidos, de acordo com as peculiaridades e especificidades locais. Em alguns casos uma das categorias pode não ocorrer, e uma Área ou Local, por exemplo, ou até mesmo um Sítio, podem ser equivalentes a um Recife (Ferreira *et al.*, 2013). Nesses casos, todas as observações deverão ser anotadas.

REGIÕES DE ESTUDO

De acordo com a definição das Unidades Amostrais, na costa tropical do Brasil, podem ser identificadas as seguintes regiões de estudo:

- Região Nordeste Ocidental: Recifes do Piauí, Ceará e Costa Norte do Rio Grande do Norte;
- Região Nordeste Oriental: Recifes da Costa Oriental do Rio Grande do Norte e Recifes da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe;
- Região Leste: Recifes da Bahia;
- Região das Ilhas Oceânicas: Recife do Atol das Rocas e o ecossistema coralino dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo.

ÁREAS A SEREM INVESTIGADAS

Considerando que as Áreas ou Locais de recifes na costa do Brasil podem não estar muito bem caracterizadas ou incluídas na classificação proposta por Leão *et al.* (2003), podemos classificar apenas as seguintes Áreas:

- Área dos recifes adjacentes à linha de costa;
- Área dos recifes rasos – localizados em profundidades inferiores a 10 m;
- Áreas dos recifes profundos – localizados em profundidades superiores a 10 m.

Recifes

O Recife deve ser definido dentro de uma escala espacial de 1 a 10 km. Em muitos locais do Brasil os recifes não alcançam essas dimensões e podem ser confundidos com a unidade denominada Sítio ou Estação. Nesse caso, deve-se anotar e dar a denominação que julgar mais adequada. Em cada Recife devem ser levantados os dados de cinco Sítios que são as réplicas da amostragem do Recife investigado.

Sítios ou Estações

São as unidades básicas, nas quais deverão ser levantados os dados do monitoramento. A escolha dos sítios deve levar em consideração vários fatores:

- A localização do recife: de preferência deve-se escolher um recife onde haja facilidade de locomoção dos pesquisadores na água, assim como de ancoragem das embarcações;
- As condições do recife: entre os recifes escolhidos para serem monitorados, em boas condições ou já com sinais de degradação, o ideal é escolher a zona recifal com máximo crescimento de corais;

- A morfologia do recife: os recifes do Brasil apresentam características morfológicas bastante distintas, entretanto os sítios de um mesmo recife devem apresentar certa homogeneidade nas suas características morfológicas e estruturais. Por exemplo: nos recifes onde se pretende amostrar os topos horizontais submersos, todos os sítios desses recifes devem estar localizados nos topos horizontais submersos com profundidades mais ou menos similares; quando se pretende amostrar as paredes laterais verticais, todos os sítios devem estar em paredes com declividade similar; se só for possível amostrar os patamares ou degraus próximos à base do recife, todos os sítios devem apresentar essas mesmas características. Todas essas observações devem ser anotadas, para que posteriormente se possa comparar recifes com características similares.

Alguns exemplos para facilitar a denominação dos Recifes a serem investigados:

Exemplo 1 – Um Recife com grandes dimensões, que possibilita a localização dos cinco Sítios a serem investigados:

- Região: Leste;
- Área: Recifes Costeiros de Abrolhos;
- Recife: Pedra Grande (PG);
- Sítios: Sítio PG 1, Sítio PG 2, Sítio PG 3, Sítio PG 4, Sítio PG 5.

Exemplo 2 – Recifes com dimensões menores, que os confundem com os próprios Sítios. Nesse caso usaremos o termo Recifes no plural englobando os vários recifes que já têm nomes reconhecidos:

- Região: Leste;
- Área: Recifes rasos da Baía de Todos os Santos;
- Recife: Recifes do Interior da Baía;
- Sítios: Sítio Recife Pedra Alva, Sítio Recife Pedra Cardinal, Sítio Recife Poste 4, Sítio Recife Frades Sul, Sítio Recife Pedra do Dentão.

Exemplo 3 – Recifes com condições similares ao exemplo 2, porém numa área diferente:

- Região: Nordeste;
- Área: Recifes costeiros de Pernambuco;
- Recife: Recifes de Tamandaré (RT);
- Sítios: Sítio RT 1, Sítio RT 2, Sítio RT 3, Sítio RT 4, Sítio RT 5.

Dados para Identificação dos Sítios amostrados (Metadados)

- Código de duas letras e um algarismo para identificar cada Sítio;
- Coordenada geográfica de cada Sítio (*DATUM* WGS84);
- Sumário descrito de cada Sítio;
- Tipo de recife (banco, franja, etc.); de acordo com descrições apresentadas em Leão *et al.* (2003);
- Forma, dimensões aproximadas e profundidade (topo e fundo);
- Dados ambientais: temperatura da água no fundo, salinidade, profundidade *Secchi* e visibilidade horizontal no recife deverão ser levantados na área investigada. Tentar o uso de sensores fixos durante pelo menos um ano para avaliar variação sazonal de temperatura, salinidade e turbidez. Deve-se, também, buscar dados das variações climáticas, particularmente da tempe-

ratura da superfície do mar (TSM) usando, por exemplo, a base da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

Tabela 12-1. Planilha para registro dos dados abióticos.

Região: _____		Área: _____		Recife: _____		Data: _____		
Sítio/ Recife	Latitude	Longitude	Tipo de Recife	Dimensões	Temperatura da água	Salinidade	Profundidade	Observações

PROCEDIMENTOS DE COLETA DE BENTOS

A metodologia proposta pode sofrer pequenas modificações devido às variações morfológicas e estruturais dos recifes a serem avaliados. Todas as modificações realizadas na metodologia básica deverão ser registradas para que possam ser realizadas comparações adequadas entre as áreas pesquisadas.

Para avaliar a fauna bentônica recifal três métodos serão utilizados: (1) o PIT (*Point Intercept Transect*) para a cobertura dos recifes, (2) o Quadrado para contagem dos recrutas de corais e (3) o BT (*Band Transect*) para obter detalhes da fauna coralínea.

1) PIT (*Point Intercept Transect* – Transecto de Pontos)

Este método será usado para avaliar o tipo de cobertura dos recifes. Ao longo da linha do transecto (uma trena graduada ou um cabo marcado – Figura 12-1), identificar a cada 10 cm os elementos que ocorrem sob a linha do transecto, como ilustrado na Figura 12-2, completando 600 pontos ao longo de 60 m de linha (3 linhas x 20 m ou 6 linhas x 10 m) ou qualquer outra combinação. Em cada sítio deverão ser levantados 600 pontos, que somados nos cinco sítios (réplicas) produzirão 3.000 pontos por recife (600 pontos X 5 sítios = 3.000 pontos). Os transectos deverão ser escolhidos aleatoriamente e não devem sobrepor um ao outro, tentando manter a distância de pelo menos 5 m de um para o outro.

Figura 12-1. Método PIT - (A) Trena graduada que deve ser fixada sobre o recife; (B) Cabo marcado a cada 10 cm pode substituir a trena. Fonte da figura B: Lang *et al.* (2010), AGRRA Protocol versão 5.4.

Figura 12-2. Ilustração do PIT onde devem ser coletados os dados dos pontos localizados a cada 10 cm da linha do transecto.
Foto: R. Miranda.

Em cada ponto da linha do transecto anotar, no formulário de campo da Tabela 12-2, o tipo de cobertura do recife usando os códigos indicados abaixo:

- Coral vivo, anotar a espécie – CV;
- Coral branqueado, anotar a espécie – CBR;
- Coral com morte recente – CMR;
- Macroalga – MA;
- Alga filamentosa – AF;
- Alga coralina incrustante – COR;
- Cianobactéria – CNB;
- Esponja – ES ;
- *Palythoa* – PAL;
- Zoantídeos – ZOO (outros);
- Ouriço – OUR;
- Outros organismos – OUT;
- Sedimento – SED;
- Fundo rochoso – ROC.

Em apenas dois transectos por sítio, medir a altura da copa das macroalgas, usando uma régua graduada, para que se possa calcular a biomassa da alga e anotar no formulário de campo da Tabela 12-2.

Tabela 12-2. Formulário para coleta dos dados de campo: cobertura do recife, altura da copa das macroalgas e presença de recrutas. (Exemplo para transectos de 10 m)

Coletor _____	Data _____	Área _____	Recife _____
Sítio _____	Tipo de recife _____	Zona recifal _____	
Latitude _____	Longitude _____	Profundidade _____	Temperatura (água fundo) _____

Transecto	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	Quadrado	Nº recrutas
0 cm											2m	
10 cm												
20 cm											4m	
30 cm												
40 cm											6m	
50 cm												
60 cm											8m	
70 cm												
80 cm											10m	
90 cm												

COMENTÁRIO

Transecto	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	Quadrado	Nº recrutas
0 cm											2m	
10 cm												
20 cm											4m	
30 cm												
40 cm											6m	
50 cm												
60 cm											8m	
70 cm												
80 cm											10m	
90 cm												

COMENTÁRIO

Abreviaturas dos elementos investigados: CV – Coral vivo; CBR – Coral branqueado; CMR – Coral com mortalidade recente; MA – Macroalga; AF – Alga filamentosa; COR – Alga coralina incrustante; CNB – Cianobactéria; ES – Esponja; PAL – Palythoa; ZOO – Outros Zoantídeo; OUR – Ouriço; OUT – Outros organismos; SED – Sedimento; ROC – Fundo rochoso.

Esse formulário deve ser copiado em papel poliéster para uso durante o mergulho e fixado em uma base à escolha do censor, ou em uma placa de PVC retangular (Figura 12-3 A) ou em um tubo de PVC fixado no braço do mergulhador, conforme ilustrados na Figura 12-3 (B). Imediatamente após a coleta no campo, os dados deverão ser anotados em planilha de acordo com o modelo da Tabela 12-3.

Figura 12-3. (A) Mergulhador anota dados sobre planilha fixada em placa de PVC, modelo retangular; (B) Mergulhador usando como base para fixar a planilha um tubo de PVC fixado no braço. Foto B: A. Bertoncini.

Tabela 12-3. Planilha para registro dos dados a serem obtidos através do método PIT. Registrar o número de pontos do transecto (linha) com ocorrência dos elementos indicados. O exemplo abaixo se refere a 6 transectos (linhas) de 10 m. No caso de 3 transectos (linhas) de 20 m, coloca-se apenas os # 1, 2, e 3 de cada Sítio.

Região:	Área:						Recife:				Data:				
Sítio/ Transecto	CV	CBR	CMR	CMA	MA	AF	COR	CNB	ES	PAL	ZOO	OUR	OUT	SED	ROC
A / # 1															
A / # 2															
A / # 3															
A / # 4															
A / # 5															
A / # 6															
B / # 1															
B / # 2															
B / # 3															
B / # 4															
B / # 5															
B / # 6															
C / # 1 etc.															

Abreviaturas dos elementos investigados: CV – Coral vivo; CBR – Coral branqueado; CMR – Coral com mortalidade recente; MA – Macroalga; AF – Alga filamentosa; COR – Alga coralina incrustante; CNB – Cianobactéria; ES – Esponja; PAL – Palythoa; ZOO – Outros Zoantídeo; OUR – Ouriço; OUT – Outros organismos; SED – Sedimento; ROC – Fundo rochoso.

2) Quadrado para Avaliar a Presença de Recrutas de Corais

Para calcular a densidade dos recrutas de corais deverão ser utilizados quadrados de 25 x 25 cm, construídos com tubos de PVC (Figura 12-4). Considerar como recruta de coral colônias com diâmetro igual ou menor que 2 cm (Figura 12-5).

Lançar os quadrados ao longo dos transectos. Para os transectos de 10 m colocar os quadrados nos pontos referentes a: 2 m, 4 m, 6 m, 8 m e 10 m ao longo dos 6 transectos, completando um total de 30 quadrados por sítio (5 quadrados X 6 transectos = 30). Se optar por transectos de 20 m colocar os quadrados nos pontos referentes a: 2 m, 4 m, 6 m, 8 m, 10 m, 12 m, 14 m, 16 m, 18 m, 20 m ao longo dos três transectos, completando um total de 30 quadrados por sítio (10 quadrados X 3 transectos = 30), perfazendo um total de 150 quadrados por Recife (30 quadrados X 5 sítios (réplicas) = 150 quadrados por recife) (Figura 12-6).

Os dados coletados deverão ser anotados no espaço indicado no formulário de campo ilustrado na Tabela 12-2.

Figura 12-4 A. Quadrado de 25 cm X 25 cm construído com tubos de PVC para coleta dos dados de recrutas de coral. B – Os quadrados devem ser lançados ao longo dos transectos e os dados anotados no formulário de campo ilustrado na Tabela 12-1. Fonte da Figura A - Lang *et al.* 2010, AGRRA Protocol versão 5.4, da Figura B - A. Bertoncini.

Figura 12-5. Recrutas de coral são colônias com diâmetro < 2 cm. A – Colônia com cerca de 1 cm de diâmetro. B – Colônia maior, com aproximadamente 1,5 cm de diâmetro. Fotos: I. Cruz.

Figura 12-6. Esquema ilustrativo do uso do quadrado para avaliar a cobertura de recrutas de coral. Contar todos os recrutas dentro de cada quadrado. Para cada sítio serão contados 30 quadrados X 5 sítios (réplicas) = 150 quadrados para cada recife.

3) BT (Belt Transect – Transecto em Banda)

Este método será aplicado para obter detalhes da fauna de corais. Em apenas dois transectos de 10 m ou um transecto de 20 m, usados para avaliação da cobertura do recife, contar ao longo de uma banda de 1 m de largura todas as colônias de coral > 4 cm de diâmetro, conforme ilustrado na Figura 12-7 e coletar os dados de acordo com o formulário de campo da Tabela 12-4. Os percentuais de Branqueamento e Mortalidade devem ser estimados a partir de observação visual. Na avaliação do Branqueamento a colônia do coral deve possuir ainda tecido vivo. O Branqueamento Fraco é considerado quando a colônia está

apenas pálida (Figura 12-8 A, B, C, D) e no Branqueamento Forte a parte afetada ou a colônia inteira deverá estar completamente branca (Figura 12-8 E, F). Mortalidade Recente: os septos dos coralitos estão ainda aparentes, mas pode haver uma fina película de filamentos recobrimdo o esqueleto (Figura 12-9 A, B). Mortalidade Antiga: o esqueleto do coral já se encontra recoberto por outros organismos bentônicos (Figura 12-9 C, D). Os tipos de doença detectados deverão ser identificados de acordo com Francini-Filho *et al.* (2008) e Amorim *et al.* (2012). Nesse método serão avaliados 20 m² por Sítio somando um total de 100 m² por Recife (20 m de comprimento x 1 m de largura x 5 Sítios (réplicas) = 100 m² por Recife).

Figura 12-7. Ilustração do BT, onde se devem avaliar todas as colônias de corais > 4 cm, que ocorrem entre as duas linhas que limitam a banda de 1 m de largura. Esse procedimento deve ser realizado ao longo de apenas dois transectos de 10 m ou um transecto de 20 m avaliados para a cobertura dos recifes.

Optativo – Caso haja interesse pode-se optar por um levantamento mais abrangente, incluindo outros organismos tais como: gorgônias, anêmonas, esponjas solitárias, camarões palhaço, lagostas, polvos etc. e até mesmo lixo. Neste caso, aplicar o padrão *Reef-Check* de uma banda de 20 m por 5 m de largura ou duas bandas de 10 m por 5 m de largura.

Figura 12-8. A e B – Detalhe do branqueamento onde se vê a presença do tecido vivo do coral. C – Exemplo de branqueamento fraco, onde apenas parte da colônia está pálida. D – Colônia com branqueamento fraco. E e F – Corais com branqueamento forte. Fotos: (A, B e C) I. Cruz; (D, E e F) R. Miranda.

Figura 12-9. Corais apresentando mortalidade. A. Seta amarela aponta uma área do coral com mortalidade recente, onde podem ser observados os septos dos coralitos. B – Seta amarela aponta uma área com mortalidade recente onde há cobertura de algas filamentosas e a seta branca aponta parte viva do coral. C – Seta vermelha aponta área com mortalidade antiga, a área já está recoberta por outro organismo e a seta branca mostra parte ainda viva da colônia. D – Seta branca aponta partes vivas da colônia e seta vermelha área com mortalidade antiga. Fotos: I. Cruz.

Tabela 12-4. Formulário para coleta dos dados de campo: avaliação da fauna coralínea.

Coletor: _____		Data: _____		Área: _____		Recife: _____	
Colônia	Cod. da espécie*	Diâmetro máximo	Branqueamento forte (%)	Branqueamento fraco (%)	Tipo - Doença	Morte antiga (%)	Morte recente (%)
# 1							
# 2							
# 3							
# 4							
# 5							
# 6							
# 7							
# 8							
# 9							
# 10							
# 11							
# 12							
# 13							
# 14							
# 15 etc.							

* Códigos das espécies: *Agaricia agaricites* = AGA; *Agaricia fragilis* = AGF; *Astrangia braziliensis* = ASB; *Astrangia rathbuni* = ASR; *Favia gravida* = FG; *Favia leptophylla* = FL; *Madracis decactis* = MD; *Meandrina braziliensis* = MEB; *Millepora alcicornis* = MIA; *Millepora braziliensis* = MIB; *Millepora nitida* = MIN; *Millepora laboreli* = MIL; *Montastraea cavernosa* = MC; *Mussismilia braziliensis* = MB; *Mussismilia hartii* = MHA; *Mussismilia hispida* = MHI; *Phyllangia americana* = PHA; *Porites astreoides* = PA; *Porites branneri* = PB; *Scolymia welsii* = SW; *Scolymia cubensis* = SC; *Siderastrea stellata* = SS; *Siderastrea radians* = SR; *Siderastrea siderea* = SSI; *Stephanocoenia michelini* = SM; *Styaster roseus* = STR; *Tubastraea coccinea* = TC; *Tubastraea tegusensis* = TT.

Este formulário deve ser copiado em papel poliéster para uso durante o mergulho e fixado em uma base à escolha do censor, conforme ilustrado na Figura 12-3.

TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS PARA BENTOS

Índices da Cobertura dos Recifes

Os dados levantados pelo método PIT deverão ser armazenados na planilha ilustrada na Tabela 12-5.

Tabela 12-5. Índices da cobertura dos recifes. Dados obtidos pelos métodos PIT e Quadrado.

Região: _____	Área: _____		Recife: _____		Data: _____	
Recife / Índices	A	B	C	D	E	Média ± DP
% Coral vivo						
% Branqueamento						
% Morte recente						
% Morte antiga						
% Macroalga						
% Alga filamentosa						
% Alga coralina incrustante						
% Cianobactéria						
% Esponja						
% Palythoa						
% Zooantídeo (outros)						
% Ouriço						
% Outros organismos						
% Fundo com sedimento						
% Fundo rochoso						
Densidade de coral (coral/m²)						
Densidade de recruta (recruta/quadrado)						
Densidade de recruta (recruta/m²)*						

* Para calcular a densidade de recrutas por m², dividir o resultado obtido de recruta/quadrado por 0,0625.

Índices da Comunidade Coralínea

Os dados representativos da comunidade coralínea deverão ser separados por categoria e armazenados na Tabela 12-6, para dados obtidos pelo método BT:

- Estrutura da comunidade;

- Ocorrência de branqueamento fraco;
- Ocorrência de branqueamento forte;
- Ocorrência de mortalidade recente;
- Ocorrência de mortalidade antiga;
- Ocorrência de doenças.

Tabela 12-6. Índices da fauna coralínea.

Recife (soma dos dados dos cinco sítios): _____																
*Codigo da espécie/ Diâmetro da colônia	4 – 10 cm		11 – 20 cm		21 – 30 cm		31 – 40 cm		41 – 50 cm		51 – 60 cm		> 60 cm		TOTAL	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
MB																
MHA																
MHI																
etc.																
TOTAL																
* Códigos das espécies: <i>Agaricia agaricites</i> = AGA; <i>Agaricia fragilis</i> = AGF; <i>Astrangia braziliensis</i> = ASB; <i>Astrangia rathbuni</i> = ASR; <i>Favia gravida</i> = FG; <i>Favia leptophylla</i> = FL; <i>Madracis decactis</i> = MD; <i>Meandrina braziliensis</i> = MEB; <i>Millepora alcicornis</i> = MIA; <i>Millepora braziliensis</i> = MIB; <i>Millepora nítida</i> = MIN; <i>Millepora laboreli</i> = MIL; <i>Montastraea cavernosa</i> = MC; <i>Mussismilia braziliensis</i> = MB; <i>Mussismilia harttii</i> = MHA; <i>Mussismilia hispida</i> = MHI; <i>Phyllangia americana</i> = PHA; <i>Porites astreoides</i> = PA; <i>Porites branneri</i> = PB; <i>Scolymia welsii</i> = SW; <i>Scolymia cubensis</i> = SC; <i>Siderastrea stellata</i> = SS; <i>Siderastrea radians</i> = SR; <i>Siderastrea siderea</i> = SSI; <i>Stephanocoenia michelini</i> = SM; <i>Stylaster roseus</i> = STR; <i>Tubastraea coccinea</i> = TC; <i>Tubastraea tegusensis</i> = TT																

Para avaliar as diferenças entre as variáveis biológicas nas escalas espaciais e temporais devem ser aplicados testes estatísticos, amplamente utilizados, incorporando as Regiões, os Recifes, os Sítios, podendo chegar até o nível de Transectos. Entre esses testes poderão ser aplicados vários pacotes, por exemplo: para testar as diferenças entre os principais descritores, pode-se realizar uma Análise de Variância *One-Way*. A avaliação de similaridade entre regiões ou entre recifes pode ser feita através da estatística multivariada, aplicando-se técnicas de agrupamento e de ordenamento, PCA ou NMDS, por exemplo. Testes de similaridade também devem ser aplicados para avaliar a significância das dissimilaridades e, ou somente, a contribuição dos diversos descritores para a similaridade/dissimilaridade entre os recifes, entre regiões ou entre anos sucessivos. Podem ser usados pacotes estatísticos como R, SPSS, Statistica, PRIMER, entre outros. Outros testes poderão ser aplicados a depender do estudo que se pretenda realizar.

PROCEDIMENTO DE COLETA DE PEIXES RECIFAIS

Os métodos para o censo visual de peixes serão: (1) Censo Estacionário ou (2) Censo em Banda, dependendo do local, uma vez que os dois são plenamente comparáveis (Minte-Vera *et al.*, 2008), e (3) censo através da Busca Intensiva ou Busca Ativa.

1) Censo Estacionário

Em cada Sítio serão obtidas 15 amostras através do seguinte procedimento:

- Colocar uma trena de 4 m de comprimento sobre o substrato recifal para delimitação da área de uma circunferência;
- Preencher o formulário de campo com uma lista com todas as espécies observadas na área do censo por um período de 5 minutos;

- Passado esse período, registrar a abundância de cada espécie em um giro de 360°, com o mergulhador posicionado no centro da circunferência (Figura 12-10). Peixes ≤ 10 cm de comprimento total (CT) são contabilizados em um raio de 2 m e registrados em duas categorias de tamanho: < 2 cm e 2-10 cm. Peixes > 10 cm de comprimento total (CT) são contabilizados em um raio de 4 m e registrados em quatro categorias de tamanho: 10-20 cm, 21-30 cm, 31-40 cm e > 40 cm (Tabela 12-12) (Francini-Filho & Moura, 2008; Minte-Vera *et al.*, 2008);
- No final serão levantados 75 censos por recife (15 censos X 5 sítios = réplicas);
- Evitar movimentos bruscos e sempre buscar novas áreas ao acaso para a realização dos censos, para que não haja a sobreposição das áreas já amostradas.

Figura 12-10. Ilustração do Censo Estacionário. Dentro do círculo de 2 m de raio, durante uma rotação de 360°, contar os peixes com comprimento total (CT) menor que 10 cm. Dentro do círculo de 4 m de raio, durante uma rotação de 360°, contar os peixes com comprimento total (CT) maior que 10 cm. Deverão ser realizados 15 censos em cada sítio.

Tabela 12-7. Formulário de campo para registro das espécies de peixes avistadas durante o censo estacionário. Para peixes < 10 cm (CT) realizar o censo em um raio de 2 m. Para peixes > 10 cm (CT) realizar o censo em um raio de 4 m. Deverão ser realizados 15 censos (amostras) por sítio.

Coletor: _____		Data: _____		Sítio: _____		Profund.: _____		
Amostra	Espécies	< 2 cm	2-10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-40 cm	> 40 cm	TOTAL
1	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
2	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
3	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
etc.	etc.							

Este formulário deve ser copiado em papel poliéster para uso durante o mergulho e fixado em uma base à escolha do censor, conforme ilustrado na Figura 12-3.

2) Censo em Banda (BT)

Para a realização do censo em banda (BT - Belt transect) serão realizados 10 transectos de 20 x 2 m, em cada sítio, ou seja, ao longo da linha do transecto, uma trena de 20 m, avalia-se 1 m de cada lado. Durante o tempo em que está estendendo a trena, registrar apenas os peixes maiores que 10 cm de comprimento total (CT) avistados a 1 m para cada lado do mergulhador, anotando o comprimento total (CT) para os peixes e a largura do disco (LD) para as raias. No retorno registrar apenas os peixes menores que 10 cm (Figura 12-11). Os dados coletados deverão ser registrados no formulário da Tabela 12-8.

No final serão levantados 2.000 m² de área por recife (banda de 20 m de comprimento x 2 m de largura x 10 transectos x 5 sítios) .

O mergulhador deverá manter natação constante, sempre sobre a linha do transecto, evitando movimentos bruscos.

Na opção pelo uso do BT sugere-se que as medidas sejam realizadas de forma pareada, *i.e.*, nas mesmas amostras realizadas durante os métodos PIT e BT do levantamento para bentos.

Tanto para o Censo Estacionário quanto para o BT, serão realizados levantamentos em cinco Sítios (cinco réplicas) para cada recife.

Figura 12-11. Ilustração do BT para peixes ao longo de um transecto de 20 m de comprimento por 2 m de largura. Na ida coletar os dados dos peixes maiores que 10 cm e no retorno os dados dos peixes menores que 10 cm. Serão realizados 10 transectos por sítio. Foto: C. Sampaio.

Tabela 12-8. Formulário de campo para registro das espécies de peixes durante o levantamento através do método BT. Para peixes >10 cm (CT) realizar o censo na ida, do ponto 0 m até o ponto 20 m . Para os peixes <10 cm (CT) realizar o censo no sentido do retorno, do ponto 20 m para 0 m. Deverão ser realizados 10 transectos por sítio.

Coletor: _____		Data: _____		Sítio: _____		Profund.: _____		
Transecto	Espécies	< 2 cm	2-10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-40 cm	> 40 cm	TOTAL
1	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
2	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
3	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
etc.	etc.							

Este formulário deve ser copiado em papel poliéster para uso durante o mergulho e fixado em uma base à escolha do censor, conforme ilustrado na Figura 12-3.

3) Busca Intensiva ou Busca Ativa

Associado aos censos visuais deverá ser empregado também o método da busca intensiva (BI) ou busca ativa (BA), que consiste em fazer registros de todas as espécies, durante 10 minutos, dando prioridade àqueles ambientes não amostrados durante os censos, como as tocas e os fundos não consolidados adjacentes aos recifes.

Para cada Sítio serão realizados 100 minutos de busca intensiva (i.e. 10 sessões de 10 minutos). Sugere-se que a busca intensiva seja realizada nos primeiros momentos do levantamento, quando será possível observar espécies mais ariscas frente aos mergulhadores, bem como aproveitar para escolher os melhores locais para a aplicação dos censos visuais. Em lugar de contar o número de indivíduos de cada espécie, usar as abreviaturas: U = Um indivíduo; P = Poucos 2 a 10 indivíduos; M = Muitos 11 a 100 indivíduos; A = Abundante > 100 indivíduos.

Os dados serão registrados no formulário de campo ilustrado na Tabela 12-9.

Tabela 12-9. Formulário de campo para registro das espécies de peixes registradas durante o levantamento através da Busca Intensiva. Deverão ser realizadas 10 sessões de 10 minutos por Sítio.

Coletor: _____		Data: _____		Sítio: _____		Profund.: _____					
Espécies / Sessões	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Total
A											
B											
C											
D											
E											
F											
G											
H											
I											
J											
etc.											
Utilizar as abreviaturas: U = Um indivíduo; P = Poucos (2 a 10 indivíduos); M = Muitos (11 a 100 indivíduos); A = Abundante (>100 indivíduos).											

Este formulário deve ser copiado em papel poliéster para uso durante o mergulho e fixado em uma base à escolha do censor, conforme ilustrado na Figura 12-3.

TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS PARA OS PEIXES RECIFAIS

Os dados dos levantamentos de campo deverão ser armazenados nas planilhas das Tabelas 12-10, 12-11 e 12-12. Esses dados darão informações que serão utilizadas para determinação da estrutura da comunidade dos peixes recifais, a riqueza e a diversidade por família e por grupo funcional com base no tipo de dieta.

Tabela 12-10. Índices da fauna dos peixes recifais. Estrutura da comunidade. Dados obtidos através de levantamento pelos métodos do Censo Estacionário ou do Transecto em Banda (BT).

Região: _____		Área: _____		Data: _____				
Recife	Espécies	< 2 cm	3-10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-40 cm	> 40 cm	TOTAL
1	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
2	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
3	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
4	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							
5	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	etc.							

Tabela 12-11. Índices da fauna dos peixes recifais classificados por família e por espécies em cada recife. Dados obtidos através de levantamento pelos métodos do Censo Estacionário ou do Transecto em Banda (BT) e da Busca Intensiva (BI). Na BI utilizar as abreviaturas: U = Um indivíduo; P = Poucos 2 a 10 indivíduos; M = Muitos 11 a 100 indivíduos; A = Abundante > 100 indivíduos.

Região: _____		Área: _____		Recife: _____	
Família	Espécies	# Indivíduos	Frequência (%)	Densidade (inds./m ²)	Busca Intensiva
1	A				
	B				
	C				
	D				
	etc.				
2	A				
	B				
	C				
	D				
	etc.				
3	A				
	B				
	C				
	D				
	etc.				
4	A				
	B				
	C				
	D				
	etc.				

Tabela 12-12. Índices da fauna dos peixes recifais classificados pelos grupos funcionais com base no tipo de dieta. Dados obtidos através de levantamento pelos métodos do Censo Estacionário ou do Transecto em Banda (BT).

Região: _____		Área: _____	
Recife: _____			
Grupos Funcionais (Dieta)	Espécies	Frequência (média ± DP)	Densidade (inds./m²)
Carnívoros	A		
	B		
	C		
	D		
	etc.		
Herbívoros	A		
	B		
	C		
	D		
	etc.		
Onívoros	A		
	B		
	C		
	D		
	etc.		

À semelhança das análises estatísticas, propostas para serem aplicadas com a fauna bentônica, para a comunidade dos peixes recifais também devem ser aplicados testes estatísticos, incorporando as Regiões, os Recife e os Sítios. Os testes serão escolhidos de acordo com o estudo que se pretenda realizar. As diferenças significativas ou as similaridades entre os recifes devem ser avaliadas em escalas espacial e temporal.

AUTORES

Zelinda M. A. N. Leão – Universidade Federal da Bahia – UFBA
(autor para correspondência: zelinda@ufba.br)

Augusto Minervino-Neto – Universidade Federal da Bahia – UFBA

Beatrice P. Ferreira – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Caroline V. Feitosa – Universidade Federal do Ceará – UFCI

Claudio L. S. Sampaio – Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Cristiane F. Costa-Sassi – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Elizabeth G. Neves – Universidade Federal da Bahia – UFBA

Fúlvio A. M. Freire – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

George-Olavo M. Silva – Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Gil M. R. Strenzel – Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Hilda H. Sovierzoski – Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Jorge E. L. Oliveira – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Liana F. Mendes – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Marcelo O. Soares – Universidade Federal do Ceará – UFC

Maria-Elisabeth Araujo – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Marília D. M. Oliveira – Universidade Federal da Bahia – UFBA

Mauro Maida – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Monica D. Correia – Universidade Federal de Alagoas – UFAL

Ricardo S. Rosa – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Roberto Sassi – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Rodrigo Johnsson – Universidade Federal da Bahia – UFBA

Ronaldo B. Francini-Filho – Universidade Federal da Paraíba – UFPB

Ruy K. P. Kikuchi – Universidade Federal da Bahia – UFBA

Tatiana S. Leite – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem aos seus alunos de graduação e pós-graduação que participaram dos trabalhos de campo e das discussões que culminaram com a produção deste protocolo, cuja colaboração foi de inestimável importância. Os recursos financeiros para esta fase do trabalho provieram de vários projetos, entre eles: o INCT AmbTropic (CNPq), o projeto PELD do CNPq # 558.191/2009-6 de Z.M.A.N.L, o Projeto Universal (CNPq) # 485.155/2011-7 de Z.M.A.N.L, E O PROJETO AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS ÁREAS RECIFAIS DE PIRANGI / RN / 0932-2012 (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO A NATUREZA).

REFERÊNCIAS

- Amaral, F.D.; Broadhurst, M.K.; Cairns, S.D.; Schlenz, E. 2002. "Skeletal morphometry of *Millepora* occurring in Brazil, including a previously undescribed species". *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 115: 681–695.
- Amaral, F.D.; Hudson, M.M.; Steiner, A.Q.; Ramos, C.A.C. 2007. "Corals and calcified hydroids of the Manuel Luiz Marine State Park (State of Maranhão, Northeast Brazil)". *Biota Neotropica*, 7: 73–81.
- Amaral, F.M.D.; Steiner, A.Q.; Broadhurst, M.K.; Cairns S.D. 2008. "An overview of the shallow-water calcified hydroids from Brazil (Hydrozoa: Cnidaria), including the description of a new species". *Zootaxa*, 1930: 56–68.
- Amaral, F.M.D.; Ramos, C.A.; Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P.; Lima, K.M.; Lago, L.L.; Cordeiro, R.T.S.; Lira, S.M.A.; Vasconcelos, S.L. 2009. "Checklist and morphometry of benthic cnidarians from the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil". *Cahiers de Biologie Marine*, 50: 277–290.
- Amorim, T.P.; Costa, C.F.; Sassi, R. 2012. "Branqueamento e doenças em cnidários dos recifes costeiros do Picãozinho, Nordeste do Brasil". *Tropical Oceanography (online)* 40: 185–201.
- Castro, C.B.; Pires, D.O. 1999. "A bleaching event on a Brazilian coral reef". *Revista Brasileira de Oceanografia*, 47(1):87–90.
- Castro, C.B.; Pires, D.O. 2001. "Brazilian coral reefs: what do we already know and what is still missing". *Bulletin of Marine Sciences (S.I.)*, 69(2): 357–371.
- Castro, C.B.; Amorim, L.C.; Calderon, E.N.; Segal, B. 2006. "Cobertura e recrutamento de corais recifais (Cnidarian: Scleractinia e Milleporina) nos recifes Itacolomis, Brasil". *Arquivos do Museu Nacional*, 64: 29–40.
- Correia, M.D. 2011. "Scleractinia corals (Cnidária, Anthozoa) from reef ecosystems on the Alagoas coast, Brazil". *Journal of the Marine Biological Association of UK*, 9: 659–668.
- Correia, M.D.; Sovierzoski, H.H. 2013. "Endemic marine invertebrates on the Brazilian reef ecosystems". *Journal of Food Science and Engineering (online)*, 3: 672–682.
- Costa, C.F.; Amaral, F.D.; Sassi, R. 2001. "Branqueamento em *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) da praia de Gaibu, Pernambuco, Brasil". *Revista Nordestina de Biologia*, 15(1): 15–22.
- Costa, C.F.; Coutinho, C.S.; Sassi, R.; Brito, A.C. 2004. "Microsymbionts of *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) in coastal reefs of Cabo Branco, State of Paraíba, Northeastern Brazil". *Tropical Oceanography*, 32(2): 173–181.
- Donner, S.D.; Skirving, W.J.; Little, C.M.; Oppenheimer, H.; Hoegh-Guldberg, O. 2005. "Global assessment of coral bleaching and required rates of adaptation under climate changes". *Global Change Biology*, 11: 2251–2265.
- Dutra, L.X.C. 2000. *O branqueamento de corais hermatípicos no Litoral Norte da Bahia associado ao evento El-Niño* / 98. Monografia de Bacharelado. Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia.

- Ferreira, B. P.; Maida, M. 2006. *Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil. Situação Atual e Perspectiva*. Brasília: MMA, v. 1, p. 120.
- Ferreira B.P.; Costa M.B.S.F.; Coxey M.S.; Gaspar A.L.B.; Veled D.; Araujo M. 2013. "The effects of sea surface temperature anomalies on ocean coral reef systems in southwestern tropical Atlantic". *Coral Reefs*, 32(2): 441-454.
- Francini-Filho, R.B.; Moura, R.L. 2008. "Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil". *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Research*, 18(1): 1166-1179.
- Francini-Filho, R.B.; Moura, R.L.; Thompson, F.; Reis, R.D.; Kaufman, L.; Kikuchi, R.K.P.; Leão, Z.M.A.N. 2008. "Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, Eastern Brazil)". *Marine Pollution Bulletin*, 56(5): 1008-1014.
- Francini-Filho, R.B.; Ferreira, C.M.; Coni, E.O.C.; Moura, R.L.; Kaufman, L. 2010. "Foraging activity of roving herbivorous reef fish (Acanthuridae and Scaridae) in eastern Brazil. Influence of resource availability and interference composition". *Journal of the Marine Biological Association of UK*, 90: 481-492.
- Gherardi, D.F.M.; Bosence, D.W.J. 1999. "Modeling of the ecological succession of encrusting organisms in recent coralline-algal reefs from Atol das Rocas, Brazil". *Palaos*, 14(2): 145-158.
- Gherardi, D.F.M.; Bosence, D.W.J. 2001. "Composition and community structure of the coralline algal reef from Atol das Rocas, Brazil". *Coral Reefs*, 19: 205-219.
- Hartt, C.F. 1870. *Geology and physical geography of Brazil*. Huntington: Krieger Publishing Company, p. 620.
- Hetzel, B.; Castro, C.B. 1994. *Corais do sul da Bahia*. Editora Nova Fronteira, p. 189.
- Hill, J.; Wilkinson, C. 2004. *Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs: A Resource for Managers*. Version 1. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science (AIMS), p. 117.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. "Climate change, coral bleaching and the future of the World's coral reefs". *Marine and Freshwater Research*, 50: 839-866.
- Hughes, T.P.; Baird, A.H.; Bellwood, D.R.; Card, M.; Cannolly, S.R.; Folke, C. et al. 2003. "Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs". *Science*, 301: 929-933.
- Kelmo, F.; Atrill, M.J. 2001. "Cnidarian community structure of coastal reefs from northern Bahia, Brazil". *Bulletin of Marine Science*, 69: 547-557.
- Kelmo, F.; Atrill, M.J. 2013. "Severe impact and subsequent recovery of a coral assemblage following the 1997-8 El Niño Event: a 17-year study from Bahia, Brazil". *PLoS One*, 8 (5): e65073.
- Kikuchi, R.K.P. 1994. *Geomorfologia, estratigrafia, e sedimentologia do Atol das Rocas (Rebio/IBAMA/RN)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, p. 144.
- Kikuchi, R.K.P.; Leão, Z.M.A.N. 1997. "The effects of Holocene sea level fluctuation on reef development and coral community structure, Northern Bahia, Brazil". *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70: 159-171.
- Kikuchi, R. K. P. 2000. *Evolução dos recifes e das comunidades de corais hermatípicos da plataforma continental norte da Bahia durante o Holoceno*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, p. 148.
- Kikuchi, R.K.P. 2002. "Atol das Rocas". pp. 379-390. In: Shobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Quieroz, E.T.; Winge, M.; Berbet-Born, M. (Eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM: CPRM. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio030/sitio030.htm>>.
- Kikuchi, R.K.P.; Leão, Z.M.A.N.; Testa, V.; Dutra, L.X.C.; Spanó, S. 2003. "Rapid assessment of the Abrolhos reefs, Eastern Brazil (Part 1: Stony corals and algae)". *Atoll Research Bulletin*, 496: 172-187.

- Kleypas, J.; Hoegh-Guldberg O. 2008. "Coral reefs and climate change: susceptibility and consequences. pp. 19-29. In: Wilkinson, C.; Souter, D. (Eds.). *Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005*. GCRMN, Australian Institute of Marine Science.
- Kramer, P.A. 2003. "Synthesis of coral reef health indicators for the Western Atlantic: Results of the AGRRA Program (1997-2000)". *Atoll Research Bulletin*, 496: 1-58.
- Laborel, J. 1970. "Madréporaires et hidrocoralliaires récifaux des cotes brésiliennes - Systematique, Écologie, Repartition verticale et Géographique". *Résultats Scientifiques de Campagnes de la "Calypso"*, 9: 171-229.
- Lang, J.C.; Marks, K.W.; Kramer, P.A.; Kramer, P.R.; Ginsburg, R.N. 2010. *AGRRA, Atlantic and Gulf rapid reef assessment*, Protocols Version 5.4. Disponível em: <<http://www.agrra.org/>>.
- Leão, Z. M. A. N.; Kikuchi, R. K. P.; Testa, V. 2003. "Corals and Corals Reefs of Brazil". pp. 9-52. In: J. Cortés (Ed.) *Latin American Coral Reefs*. Amsterdam: Elsevier.
- Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, R.K.P.; Oliveira, M.D.M. 2008. "Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano". *Biota Neotropica*, 8: 69-82.
- Leão, Z.M.A.N.; Kikuchi, Z.M.A.N.; Oliveira, M.D.M.; Vasconcelos, V. 2010. "Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes". *Pan-American Journal of Aquatic Science*, 5(2): 224-235.
- Lough, J.M.; Barnes, D.J. 2000. "Environmental controls on growth of the massive coral *Porites*". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 245: 225-243.
- Maida, M.; Ferreira, B.P.; Bellini, A. 1997. "Avaliação preliminar do recife da Baía do Sueste, Fernando de Noronha, com ênfase nos corais escleractíneos". *Boletim Técnico Científico, CEPENE*, 3: 37-47.
- Maýal, E.M.; Bezerra, B. 1995. "Situação atual dos corais do Atol das Rocas, RN, Brasil". *Biológica Brasileira*, 6: 77-80.
- Migotto, A.E. 1997. *Anthozoan bleaching on the southeastern coast of Brazil in the summer of 1994*. Proceedings of the International Conference on Coelenterate Biology, 6. Leeuwenhorst: ICCB, pp. 329-335.
- Minte-Vera, C.V.; Moura, R.L.; Francini-Filho, R.B. 2008. "Nested sampling: an improved visual-census technique for studying reef fish assemblages". *Marine Ecology Progress Series*, 367: 283-293.
- Moberg, F.; Folke, C. 1999. "Ecological goods and services of coral reef ecosystems". *Ecological Economy*, 29(2): 215-233.
- Neves, E.G.; Jonhsson, R.; Sampaio, C.L. 2005. *Note on the occurrence of Scolymia cubensis (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) in Brazil*. II Congresso Brasileiro de Oceanografia, pp. 1-2.
- Nolasco, M.C.; Leão, Z.M.A.N. 1986. The carbonate buildups along the northern coast of the state of Bahia, Brazil. pp. 159-190. In: Rabassa J. (Ed.) *Quaternary of South America and Antartic Peninsula*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Pereira, N.S.; Manso, V.A.V.; Silva, A.M.C.; Silva, M.B. 2010. "Mapeamento geomorfológico e morfodinâmico do Atol das Rocas, Atlantico Sul". *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 10(3): 331-345.
- Pitombo, F.; Ratto, C.C.; Belém, M.J.C. 1988. "Species diversity and zonation pattern of hermatypic corals at two fringing reefs of Abrolhos Archipelago, Brazil". *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, 2: 817-820.
- Prates, A.P.L. 2006. *Atlas dos Recifes de Corais nas Unidades de Conservação Brasileiras*. 2ª Edição ampliada. Brasília: MMA/SBF. 232 p.
- Santos, C.L.A.; Vital, H.; Amaro, V.E.; Kikuchi, R.K.P. 2007. "Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE Brasil: Macau a Maracajau". *Revista Brasileira Geofísica*, 25(1): 27-36.

- Soares, M.O.; Lemos, V.B.; Kikuchi, R.K.P. 2011a. "Aspectos biomorfológicos do Atol das Rocas, Atlântico Sul Equatorial". *Revista Brasileira Geociências* 41: 85-94.
- Soares, M.O.; Meirelles, C.A.D.; Lemos, U.B. 2011b. "Reef bioconstructors of Rocas Atol, Equatorial South Atlantic". *Biotemas* (UFSC), 24: 37-46.
- Stanley Jr. 2006. "Photosymbiosis and the evolution of modern coral reefs". *Science*, 312(5775): 857-858.
- Szmant, A.M.; Gassmann, N.J. 1990. "The effects of prolonged bleaching on the tissue biomass and reproduction of the reef coral *Montastrea annularis*". *Coral Reefs* 8(4): 217-224.
- Testa, V. 1997. "Calcareous algae and corals in the inner shelf of Rio Grande do Norte, NE Brazil." *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1: 737-742.
- Veron, J.E.N. 1995. *Corals in space and time: the biography and evolution of the Scleractinia*. Sidney: USNW Press.
- Wilkinson, C. 2002. *Status of coral reefs of the World 2002*. GCRMN. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science, pp. 7-44.