



Revista da Gestão Costeira Integrada 10(3):347-360 (2010)
Journal of Integrated Coastal Zone Management 10(3):347-360 (2010)



Gestão ambiental de ecossistemas insulares: O caso da reserva biológica do atol das Rocas, Atlântico Sul Equatorial *

Environmental management of insular ecosystems: The case of atol das Rocas biological reserve, Equatorial South Atlantic

Marcelo de Oliveira Soares @¹, Carolina Cerqueira de Paiva¹, Thaís de Godoy², Maurizélia de Brito Silva³ & Carla Soraia Soares de Castro²

RESUMO

O manejo de unidades de conservação marinhas é de fundamental importância para a proteção dos ambientes recifais. Este trabalho analisa a Reserva Biológica (REBIO) do Atol das Rocas através do diagnóstico dos recursos, da avaliação dos principais impactos e da efetividade do manejo empregado. A Unidade de Conservação caracteriza-se por ser marinha, insular e estar situada a 267km do litoral brasileiro. O modelo cibernético de Odum foi utilizado para avaliação dos impactos e do desenvolvimento da geodiversidade e biodiversidade na reserva. Para análise da efetividade do manejo foi utilizado o método RAPPAM da WWF. Os impactos na área podem ser de caráter regional e/ou global: 1) atividades pesqueiras; 2) introdução de espécies exóticas e de lixo marinho; e 3) mudanças climáticas. O modelo utilizado demonstrou que os impactos encontrados constituem fatores de risco para a biodiversidade e geodiversidade. A efetividade de manejo foi considerada satisfatória, atingindo 85%. Os módulos Planejamento (100%) e Processos (99%) foram os que mais contribuíram para essa classificação. Assim, a REBIO do Atol das Rocas pode ser usada como exemplo para discussão do gerenciamento das unidades de conservação insulares do mundo.

Palavras-chave: unidades de conservação marinhas, recursos marinhos, ilhas oceânicas.

@ - Autor correspondente: Marcelo Oliveira <bio_marcelo@yahoo.com.br>

1 - Instituto de Ciências do Mar-LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, CEP 60.165-081, Fortaleza, Brasil

2 - Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, R. Mangueira s/n,

CEP 58.297-000, Rio Tinto, Brasil.

3 - Reserva Biológica do Atol das Rocas, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade-ICMBIO, Av. Alexandrino de Alencar, 1399 Tirol, CEP 59.015-350, Natal, Brasil

* Submissão – 30 Maio 2010; Avaliação – 7 Julho 2010; Recepção da versão revista – 30 Agosto 2010; Disponibilização on-line – 24 Setembro 2010

ABSTRACT

The management of marine protected areas is of fundamental importance to protection of reef environments. This work analyses Atol das Rocas Biological Reserve (REBIO) through the diagnosis of resources, assessment of main impacts and the effectiveness of the management used. The cybernetic model of Odum was used to evaluate the impacts and the development of geodiversity and biodiversity in the reserve. For analysis of the effectiveness of management was the used RAPPAM method by WWF. Impacts in the area can be regional and/or global: 1) fishing activities; 2) introduction of exotic species and marine debris; and 3) climate changes. A cybermodel showed these impacts are risky factors to biodiversity and geodiversity. The effectiveness of the management was considered satisfactory, it reached 85%. Planning (100%) and Process (99%) modules were the ones that most contributed to this classification. Therefore, Atol das Rocas REBIO can be used as an example to discussions about the management of insular protected areas in the world.

Keywords: marine protected areas, marine resources, oceanic islands.

1. INTRODUÇÃO

Os recifes de coral representam o ecossistema marinho de maior biodiversidade e produtividade (Adey, 2000; Wilkinson, 2002). Tais sistemas recifais são protegidos de forma precária, além de serem susceptíveis à degradação e expostos a impactos constantes em muitas áreas, apesar da geodiversidade e da biodiversidade que apresentam (Rinkevich, 2008). Pode-se destacar a importância dos ambientes recifais insulares e costeiros sob os aspectos: 1) físico, fornecendo proteção às ilhas da ação denudacional do mar; 2) biológico, devido à grande diversidade e quantidade de organismos associados em teia alimentar de grande complexidade; 3) geoquímico, devido à alta produtividade e influência no balanço biogeoquímico de carbono; 4) bioquímico, fornecendo matéria-prima para pesquisas na área farmacológica. Os recifes são verdadeiros criadouros de peixes, renovando estoques e favorecendo a reprodução de populações em regiões densamente exploradas (Denovaro & Frascetti, 2002).

Os atóis são recifes oceânicos que possuem um aspecto anular onde comumente se encontra uma laguna interna e ilhas formadas por depósitos arenosos inconsolidados do Holoceno (Darwin, 1842; Barry *et al.*, 2007). Além disso, diferem significativamente em relação ao número, tamanho, continuidade e morfologia das ilhas (Stoddart, 1965; Woodroffe, 2008). Na história geológica recente observam-se 425 atóis. A maioria encontra-se na região do Indo-Pacífico e 27 estão localizados no Oceano Atlântico, sobretudo no Mar do Caribe (Bryan, 1953).

A gestão de ambientes insulares, sobretudo os

atóis, é de difícil execução. A reduzida ou inexistente disponibilidade de água doce, susceptibilidade à erosão, presença de biota endêmica e a vulnerabilidade às mudanças climáticas são fatores complexos que devem ser considerados no gerenciamento dos recursos ambientais do ecossistema recifal (Barnett, 2001; Woodroffe, 2008). As recentes alterações ambientais desse ecossistema (branqueamento, acidificação, redução de produtividade, etc.) devido às mudanças climáticas globais têm sido documentadas constantemente no meio científico (e.g. Hughes *et al.*, 2003; Buddemeier *et al.*, 2004; Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007).

O Brasil possui os únicos recifes coralíneos do Atlântico Sul. O trabalho mais abrangente sobre o assunto foi realizado nos anos 1960, mas enfrentou sérios problemas logísticos em muitas áreas. Grandes comunidades coralíneas foram registradas no Brasil desde o Parcel de Manuel Luís, no Maranhão (01°S) até os recifes de Abrolhos, na Bahia (18°S). No sul também foram observadas comunidades significativas, denominadas “Zona de Desaparecimento das Comunidades Coralíneas”, as quais se estendem até Cabo Frio, no Rio de Janeiro (Laborel, 1970; Leão *et al.*, 2003).

Os ambientes recifais foram considerados por muito tempo propriedade comum a todos e disponíveis para exploração de recursos infinitos (Armstrong, 2007). Nesse quadro encontrava-se o Atol das Rocas. Legalmente, a Reserva Biológica (REBIO) do Atol das Rocas foi constituída desde o decreto federal de 1979 (Presidência da República, 1979). Apesar disso, a região ainda carece de estudos que se proponham a analisar a gestão desse ecossistema recifal.

O presente estudo tem por objetivos: 1) apresentar descrição analítica da REBIO do Atol das Rocas; 2) identificar os impactos e analisar os fatores de risco; 3) elaborar um modelo cibernético da biodiversidade e geodiversidade tendo em vista a análise de fatores de risco para a gestão; 4) analisar a efetividade do manejo empregado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição analítica da REBIO do Atol das Rocas foi elaborada através do diagnóstico dos recursos ambientais bem como do histórico da criação e da situação atual da Unidade. Essas informações foram obtidas a partir de trabalhos de campo, pesquisas bibliográficas de documentos científicos e técnicos e entrevistas com as pessoas e entidades envolvidas no processo de criação e gerenciamento. O acesso à gerência de unidades de conservação federais, pertencente ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) foi fundamental nesse processo.

Os impactos (pressão de pesca, introdução de espécies exóticas, lixo marinho, mudanças climáticas, erosão) e a análise dos fatores de risco foram avaliados durante trabalhos de campo dos autores nos últimos 19 anos e através de dados bibliográficos. Os métodos espontâneos (*Ad Hoc*) e de Listagem (*Checklist*) foram utilizados para esta avaliação. A partir dessas análises foi elaborado um modelo cibernético (Patten & Odum, 1991) da biodiversidade e geodiversidade da região, através do uso de fatores físicos, biológicos e de impactos antrópicos no sistema analisado.

A efetividade do manejo foi avaliada em três fases. Durante a primeira foi realizada pesquisa bibliográfica para analisar os dados históricos da REBIO. Na segunda fase foram aplicados questionários ao gestor responsável pela Unidade durante o período de implantação (no final de 1990 por Gilberto Sales) e ao gestor atual (Maurizélia de Brito Silva). O modelo de questionário foi adaptado do método para *Avaliação Rápida e Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM)*, desenvolvido pelo *World Wide Fund For Nature (WWF)* (WWF & IBAMA, 2007). Tal método abrange as áreas Contexto e Efetividade de Gestão. A primeira compreende a análise dos módulos Vulnerabilidades, Importância Biológica e Importância Socioeconômica. A Efetividade de

Gestão é medida considerando os módulos Planejamento, Processos e Resultados. Cada módulo é subdividido em elementos de análise. Na terceira fase foi realizada a avaliação das respostas dos gestores por meio de atribuições de valores a elas. Para cada questão existiam quatro alternativas de respostas com pontuações distintas que variaram de uma situação precária de manejo para uma situação ótima. Os resultados obtidos foram apresentados em valores percentuais, considerando alto o valor acima de 60%, médio, de 40 a 60%, e baixo o valor inferior a 40%. Há dificuldades no que se trata da adaptação do método, pois o RAPPAM avalia todas as unidades, ser ter método específico para cada categoria.

A análise das questões se faz por meio de atribuições de valores as respostas dadas. Para cada questão há quatro alternativas de respostas - sim; não; predominantemente sim ou predominantemente não - com pontuações distintas variando de zero, que representa uma situação precária de manejo, a três, que corresponde a uma situação ótima. Cada módulo é representado pela soma de todos os elementos que o compõe. As pressões e ameaças são analisadas de acordo com os valores atribuídos a cada critério adotado. Ambas são avaliadas por meio de sua tendência e criticidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Descrição analítica da Reserva Biológica do Atol das Rocas

O Atol das Rocas está localizado no topo de uma cadeia de montanhas submarinas no Oceano Atlântico Sul, cuja base encontra-se a 4.000m de profundidade no leito oceânico, a 3°51'S e 33°49'W e distando 267km da cidade de Natal e 148km do Arquipélago de Fernando de Noronha, no nordeste brasileiro (Figura 1). O substrato do recife tem origem vulcânica e, acima, encontra-se a formação carbonática com uma estrutura ligeiramente elipsoidal, quase circular no eixo maior (leste-oeste), o qual apresenta 3,7km de comprimento. O eixo menor (norte-sul) tem cerca de 2,5km. A geomorfologia da área é caracterizada pela presença de frente recifal, platô recifal e laguna (Figura 2). O platô recifal é a única porção que fica acima do nível do mar durante as baixamarezes. Nele encontram-se um anel recifal e um depósito arenoso.

O primeiro é interrompido por piscinas de vários tamanhos e profundidades formadas durante as baixamares e por dois canais ou barretas. No depósito arenoso existe duas ilhas arenosas, Ilha do Farol e Ilha do Cemitério, as quais representam os únicos locais que ficam descobertos durante a preamar (Gherardi & Bosence, 1999; Kikuchi, 2002). A primeira era chamada pelos franceses e ingleses de ilha *Sand* (Andrade, 1959) porém recebeu o atual nome após construção do primeiro farol, em 1882 (Duarte, 1938). A Ilha do Cemitério (Figuras 2 e 3a), conhecida antigamente como ilha *Grass* (Andrade, 1959), recebeu o nome atual devido à presença de cadáveres de alguns faroleiros e familiares e, principalmente, de naufragos vindos de embarcações que sofreram intempéries após choques com o recife (Faria & Silva, 1937a). Essas embarcações provavelmente constituem um rico patrimônio arqueológico subaquático (Figura 3b) que deve ser incluído no planejamento da gestão ambiental, apesar de ainda pouco estudado.

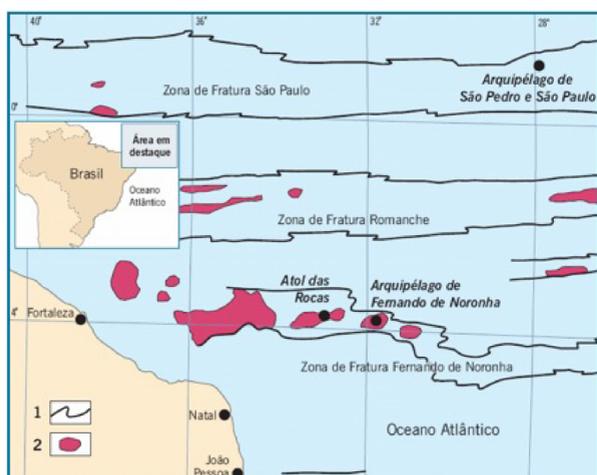


Figura 1. Região oceânica adjacente ao nordeste brasileiro: localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo na Zona de Fratura São Paulo e do Atol das Rocas e Arquipélago de Fernando de Noronha na extremidade da Zona de Fratura Fernando de Noronha. 1. Limite de zonas de fratura; 2. Rochas magmáticas. Modificado de Almeida (2006).

Figure 1. Oceanic region adjacent to northeastern Brazil: location of the São Pedro and São Paulo Islands on São Paulo Fracture Zone and of Atol das Rocas and the Fernando de Noronha Islands at the end of Fernando de Noronha Fracture Zone. 1. End of fracture zones; 2. Magmatic rocks. Modified from Almeida (2006).

A Reserva Biológica (REBIO) do Atol das Rocas foi criada por iniciativa do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), por meio do Decreto-Lei nº 83.549 de 5 de junho de 1979 (Presidência da República, 1979), constituindo-se a primeira unidade de conservação marinha do Brasil e o primeiro sistema recifal insular a ser protegido no litoral sudoeste do Atlântico (Fischer *et al.*, 2007). Através do Decreto nº 92.755 (Presidência da República, 1986), de 5 de junho de 1986 foi declarada Área de Proteção Ambiental (APA) o Território Federal de Fernando de Noronha, a Reserva Biológica do Atol das Rocas e os Penedos, hoje Arquipélago, de São Pedro e São Paulo.

A feição geomorfológica que caracteriza e justifica a criação da REBIO e que também lhe denomina é a presença do Atol das Rocas, estrutura única no Atlântico Sul Ocidental e de relevante interesse ecológico (Figura 2). É um local-chave para a proteção da biodiversidade e, principalmente, de espécies com algum nível de ameaça de extinção, como as tartarugas marinhas. Além disso, abriga a maior concentração de aves marinhas tropicais do Oceano Atlântico Ocidental, inclusive espécies endêmicas (Fischer *et al.*, 2007).



Figura 2. Principais ecossistemas do Atol das Rocas: canais (CA); frente recifal (FR); depósito arenoso intermarés (DAI); laguna (LA); resíduos de recifes (RRS); Ilha do Farol (IAF); Ilha do Cemitério (IAC). Fonte: Soares *et al.*, 2009.

Figure 2. Main ecosystems of Atol das Rocas: channels (CA); reef front (FR); tidal sandy deposit (DAI); lagoon (LA); reef remains (RRS); Farol Cay (IAF); Cemitério Cay (IAC). Source: Soares et al., 2009.

A REBIO engloba o Atol juntamente com as águas que o circundam até a isóbata de 1.000m, totalizando 360Km² (Kikuchi, 2002). Encontra-se em águas jurisdicionais brasileiras, dentro dos limites das 200 milhas náuticas, definidas como Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar assinada em 10 de dezembro de 1982, em Montego Bay, Jamaica.

A Reserva foi classificada como Unidade de Conservação de Proteção Integral conforme a determinação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) pela Lei nº 9.985 de 2000 e regularizado pelos Decretos nº 3.834 e nº 4.340 de 2001 e 2002, respectivamente. Segundo essa legislação, a REBIO é uma unidade de conservação onde é proibida a visitação pública, exceto para fins educacionais, podendo e devendo ser realizadas pesquisas científicas, desde que devidamente autorizadas pelo órgão responsável pela administração da Unidade.

Expedições à REBIO do Atol das Rocas só são permitidas após obtenção de licença do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão federal responsável pela gestão das unidades de conservação no país. Para isso deve-se enviar um projeto de pesquisa detalhado, informando o material que será estudado, os equipamentos que serão utilizados e o impacto que os recursos humanos e tecnológicos poderão causar (Fischer *et al.*, 2007). Esse sistema gerencial ambiental tem características excelentes, pois permite ao gestor planejamento prévio e fiscalização das possíveis atividades científicas impactantes que serão executadas.

A primeira ocupação do Atol ocorreu ainda no século XIX, quando foi instalada uma casa para os faroleiros (Figura 3c) (Andrade, 1959), considerada atualmente sítio arqueológico. Posteriormente, em 1993, foi implantada na Ilha do Farol uma estação científica que aloja pesquisadores durante o desenvolvimento de projetos de pesquisa. Desde então, o ICMBio têm se esforçado no aumento da pesquisa científica junto com instituições públicas e privadas. Em 2009 foi implantada na Reserva uma segunda estação científica para substituir a primeira, a fim de que os pesquisadores tenham mais segurança e condições para desenvolverem estudos (Figura 3d).

Apesar da estação científica não abrigar moradores permanentes ocorre constante fiscalização bem como atividades de gestão, pois as equipes são alternadas mensalmente.

As pesquisas científicas começaram a ser realizadas na área em 1880 pelo naturalista Jean de Léry, o qual descreveu brevemente o Atol à distância, quando retornava para a França (Léry, 1980). Somente em 1959 foi feita a primeira descrição mais aprofundada, apesar de ser baseada na coleta de dados de apenas um dia (Andrade, 1959). Até a década de 1990 a biota local foi estudada através de pesquisas sobre peixes (Faria & Silva, 1937b), organismos bentônicos (e.g. Oliveira Filho & Ugadim, 1974, 1976; Rios, 1979), aves, pelo Centro de Estudos de Migração de Aves (CEMAVE-IBAMA) (Antas & Azevedo Jr., 1990) e tartarugas, por equipes do *Projeto Tartarugas Marinhas (Projeto TAMAR-ICMBio)*. As equipes do TAMAR realizam desde 1990 o monitoramento da tartaruga-de-pente, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), e da tartaruga-cabeçuda *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) bem como das desovas da tartaruga-verde *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) na região, onde já foram registradas 500 ocorrências somente em uma temporada (dezembro a junho) (Marcovaldi & de Marcovaldi, 1999). A partir da instalação da primeira estação de pesquisa estudos mais duradouros puderam ser realizados na área (e.g. Echeverría *et al.*, 1996; Rosa & Moura, 1997; Kikuchi, 2002; Gherardi & Bosence, 2005; Soares *et al.*, 2009).

O SNUC estipula para cada unidade de conservação a presença de uma Zona de Amortecimento definida como “entorno de uma unidade de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”. A Zona de Amortecimento da REBIO do Atol das Rocas é delimitada por um retângulo (60 x 50 milhas náuticas) que abrange o monte submarino onde encontra-se o Atol e dois montes submarinos adjacentes, a leste da REBIO (Fischer *et al.*, 2007).

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) incluiu em 2001 a REBIO do Atol das Rocas juntamente com o Parque Nacional Marinho (PARNAMAR) de Fernando de Noronha na Lista do Patrimônio Mundial. Essa Organização baseou-se no fato de



Figura 3. A) Ilha do Cemitério com exposição de *beachrock* na faixa entremarés. B) Âncora de navio naufragado. C) Ruínas da casa dos faroleiros e do antigo farol à direita e o atual farol automático ao fundo. D) Estação científica e o atual farol automático. Fotos (A), (B): Jarian Dantas; (C): Risonaldo Dantas; (D): Maurizélia Silva.
Figure 3. A) Cemitério Cay with tidal *beachrock* exposed. B) Anchor of a shipwreck. C) Ruins of lighthousemen's house and ruins of the former lighthouse on the right and the current automatic lighthouse in the background. D) Scientific station and the current automatic lighthouse. Photos (A), (B): Jarian Dantas; (C): Risonaldo Dantas; (D): Maurizélia Silva.

ambas as Unidades representarem ecossistemas insulares oceânicos com águas altamente produtivas que fornecem alimentos para peixes, cetáceos e tartarugas marinhas que migram para a costa atlântica oriental da África (Fischer *et al.*, 2007).

Como a prática do turismo é proibida na Reserva, a única fonte de recursos financeiros direcionada ao manejo era proveniente do ICMBio. A escassez desses recursos fez com que gerência, em 2007, prospectasse parceiros (empresas e organizações governamentais e não-governamentais) para a criação de um fundo permanente de recursos financeiros, o qual é utilizado para financiar equipamentos e atividades de traslado continente-ilha, de fiscalização e de monitoramento. A criação desse fundo propiciou a inserção da REBIO

em programas como o *Reef Check*, da *Reef Check Foundation*, bem como a *Campanha de Condução Consciente em Ambientes Recifais* e o *Programa Nacional de Monitoramento dos Recifes Brasileiros*, ambos do Ministério do Meio Ambiente. Esse reconhecimento também facilitou a adesão de órgãos ambientais internacionais, como o *Project AWARE Foundation*, em financiar projetos de pesquisa científica na Unidade.

A fiscalização é praticada na REBIO, porém foi intensificada em 2008 quando foi realizada uma parceria da gerência com a Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca, atual Ministério da Pesca e Aqüicultura. A partir dessa parceria foi implantado em 2009 o *Programa Nacional de Rastreamento de Embarcação Pesqueira por Satélite*. Esse monitoramento

é feito por uma equipe técnica especializada no continente e outra na Reserva. Assim, se embarcações pesqueiras forem observadas na área ou na Zona de Amortecimento as equipes entram em contato com a Força Aérea Brasileira que, em conjunto com a Marinha do Brasil, tomam as medidas cabíveis. No caso, de embarcação estrangeira é aplicada a legislação pertinente a pesca ilegal em águas brasileiras e, no caso de embarcação nacional, ocorre autuação conforme a Lei 9.605/98, o decreto de criação da reserva e as normas marítimas da marinha do Brasil.

Atividades de educação ambiental também são desenvolvidas na área, incluindo palestras e exposições sobre a reserva e sua biodiversidade, aplicação de questionários investigativos e produção de desenhos, visando avaliar a percepção ambiental. O projeto denominado *Atol nas Escolas*, financiado pela Petrobras e resultado de uma parceria entre o IBAMA e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, já atendeu cerca de 3.000 alunos desde novembro de 2008. Outro projeto, voltado ao trabalho de conscientização e apoio ao pescador, está sendo analisado para fins de financiamento. Esse projeto será testado em algumas colônias pesqueiras entre Sagi e Touros, no Rio Grande do Norte, aproximadamente 250km de costa. Essa é a área estipulada para as atividades da Reserva dentro da *Rede de Encalhe de Mamíferos Aquáticos do Nordeste (REMANE)*.

Está sendo desenvolvida desde 2008 pelo *Programa Reef Check* a avaliação do impacto das mudanças climáticas. Atualmente está havendo o monitoramento da biota aquática e em breve serão instalados equipamentos oceanográficos e meteorológicos.

Está em fase de negociação entre a gerência da REBIO do Atol das Rocas, do PARNAMAR de Fernando de Noronha e da APA de Fernando de Noronha - Rocas - São Pedro e São Paulo a realização de um trabalho de gestão integrada e a implantação de uma base de fiscalização oceânica. O manejo integrado será benéfico quanto à estrutura de apoio e políticas ambientais para mitigar impactos compartilhados, como o lixo marinho. A base de fiscalização oceânica será implantada em Fernando de Noronha e dará apoio às três Unidades.

3.2 Impactos no sistema insular

Os impactos verificados na REBIO do Atol das Rocas são de caráter regional e/ou global. Isso pode ser compreendido pela redução dos impactos locais, devido à condição da Reserva de Unidade de Conservação de Proteção Integral. Além disso, como uma REBIO é destinada somente a fins educacionais, funciona como uma área de exclusão de atividades humanas geradoras de impactos negativos, como a pesca, turismo dentre outras. Esse instrumento é considerado o melhor contra a degradação ambiental por impactos locais (Mumby, 2006).

Apesar disso, impactos e riscos ambientais regionais e/ou globais foram identificados: 1) pressão da pesca na área da Reserva e na Zona de Amortecimento; 2) introdução de espécies exóticas (Figura 4a) e de lixo marinho (Figura 4b); e 3) mudanças climáticas. Perdas de sedimentos bioclásticos também foram observadas nas Ilhas do Farol (figura 4c) e do Cemitério.

A pesca é a principal ameaça regional à integridade da REBIO do Atol das Rocas. Apesar da Zona de Amortecimento abranger o monte submarino onde encontra-se o Atol, juntamente com dois montes submarinos adjacentes, a região sofre pressão pela pesca profissional. Esta é fortemente exercida por embarcações oriundas de vários Estados do Nordeste do Brasil. Os principais recursos pesqueiros explorados são lagostas, *Panulirus* spp., pargos, *Lutjanus purpureus* (Cuvier 1828), atuns e afins (Fischer et al., 2007).

A introdução de espécies exóticas e de lixo provenientes de navios e transportado por correntes marinhas também são impactos importantes (Carlton, 1996; McDermid & McMullen, 2004). Devido à proximidade com a Reserva, o Arquipélago de Fernando de Noronha também é um centro irradiador desse tipo de impacto, sobretudo relacionado ao turismo. O ouriço *Tripneustes ventricosus* (Lamarck, 1816) foi detectado no Atol das Rocas logo após ter sido observada a expansão de algumas populações em Fernando de Noronha (Machado, 2007), onde a espécie provavelmente foi introduzida por água de lastro de navios. O lixo gerado pelos moradores e visitantes do Arquipélago pode ser carregado pela Corrente Sul Equatorial para a REBIO, introduzindo espécies bem como levando peixes, aves, tartarugas e

mamíferos marinhos à morte por aprisionamento ou por ingestão de resíduos sólidos.

As mudanças climáticas podem causar o aumento da temperatura e do nível do mar e a acidificação de carbonato de cálcio, substância predominante no ecossistema recifal (e.g., Hughes *et al.*, 2003; Buddemeier *et al.*, 2004; Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007). O aumento da temperatura causa, principalmente, o branqueamento (Padovani, comunicação pessoal) dos corais na área (Figura 4d) devido à morte dos organismos simbiontes fotossintetizantes (Cruz *et al.* 2009). Como as ilhas arenosas não são muito elevadas (Ilha do Farol, 3.6m e Ilha do Cemitério, 2.8m de altura máxima) (Gherardi & Bosence, 2005), pequenas oscilações eustáticas já são capazes de causar grandes alterações na geomorfologia dessas ilhas.

Perdas de sedimentos foram observadas nas Ilhas

do Farol e do Cemitério, sendo decorrentes da ação das marés, ondas e dos ventos. Uma perda de sedimentos foi observada, principalmente nos setores NW das ilhas arenosas. Esse aspecto ambiental é fundamental para o planejamento das atividades científicas na REBIO. Recentemente, a substituição da estação científica ocorreu devido, entre outros fatores, aos riscos ambientais decorrentes dos processos de perda de sedimentos na face NW da Ilha do Farol.

Pereira et al. (*no prelo*) realizaram perfis nas ilhas, onde evidenciaram uma pequena perda de sedimento, porém não o suficiente para ser considerado uma erosão, considerando as praias consideradas como estáveis. Apesar disso, reconhecem a necessidade de estudos mais aprofundados para elaborar um panorama da tendência futura da dinâmica sedimentar.



Figura 4. Impactos na REBIO do Atol das Rocas: Introdução do ouriço *Tripneustes ventricosus* (A); lixo marinho (B); perda de sedimentos na Ilha do Farol (C); branqueamento de corais (D). Fotos (A), (D): Ivo Gois; (B), (C): Carolina Paiva.

Figure 4. Impacts in Atol das Rocas REBIO: Introduction of urchin *Tripneustes ventricosus* (A); marine debris (B); erosion in Farol Cay (C); bleaching of corals (D). Photos (A), (D): Ivo Gois; (B), (C): Carolina Paiva.

Os impactos analisados constituem fatores de risco para a biodiversidade e geodiversidade como demonstrado no modelo cibernético (Figura 5) elaborado para o Atol. Segundo este, as mudanças na evolução da biodiversidade e geodiversidade são determinadas por interações internas ou autogênicas (geradas pela comunidade biológica marinha e terrestre) e/ou alogênica (forças externas no ambiente que afetam ou controlam as mudanças). Fatores de risco de grande magnitude controlam a evolução do sistema no futuro. Uma possível mudança na política de gestão da REBIO é um fator importante para o futuro, pois o provável aumento da pressão do setor turístico e pesqueiro pode, por fatores político-econômicos, alterar o panorama atual de gestão da Unidade.

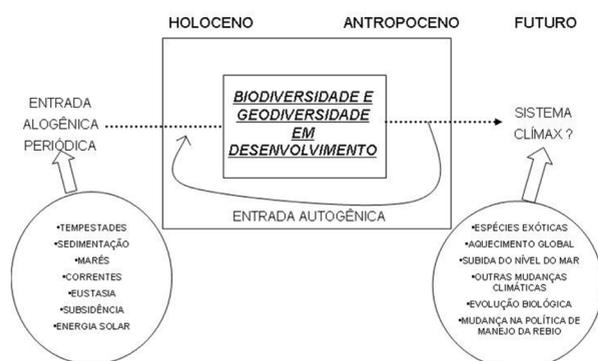


Figura 5. Desenvolvimento da biodiversidade e geodiversidade do Atol das Rocas baseado em um modelo cibernético.

Figure 5. Development of biodiversity and geodiversity of Atol das Rocas, based on a cybermodel.

3.3 Efetividade do manejo

Os dados do período de implantação e atual mostraram que dentro da área Contexto o módulo Vulnerabilidades apresentou redução de 75 para 45% devido ao monitoramento mais efetivo das atividades ilegais, à maior aplicabilidade das leis e à diminuição da pressão sobre o gestor da REBIO para permitir a exploração dos recursos. A Importância Biológica mostrou equilíbrio nos resultados, com destaque para o alto número de espécies ameaçadas e ao elevado nível de biodiversidade. A Importância Socioeconômica apresentou aumento devido à presença de espécies

vegetais de importância social e econômica (Ex. compostos bioativos) (Vilaça, comunicação pessoal) e ao elevado valor científico da área (Figura 6).

Dentro da área Efetividade de Gestão o módulo Planejamento apresentou aumento de 60% para 100% devido à situação socioambiental da Unidade ser compatível com a categoria e à presença de instrumentos de gestão participativa. No elemento Amparo Legal houve aumento provocado pela ampliação no quadro de recursos humanos e pela presença de recursos financeiros. Em Recursos Humanos o número passou de 28 para 67%. O ponto mais significativo desse resultado foi o aumento no quadro de funcionários, a motivação e o amparo para esses funcionários pelo ICMBio. A Infra-estrutura aumentou de 20 para 74% pois houve melhora em todos os aspectos considerados. O transporte, os equipamentos de campo e a infraestrutura para funcionários são adequados para realizar ações de manejo bem como a manutenção dos equipamentos é suficiente para garantir o uso em longo prazo. O elemento Recursos financeiros apresentou a maior disparidade de resultados, de 0 para 62%, mostrando que as parcerias com outras instituições de pesquisa foram fundamentais, havendo ainda necessidade de maior incentivo do ICMBio (Figura 7).

Ainda quanto à Efetividade de Gestão, no módulo Processos (99%) o elemento Processo de Tomada de Decisão subiu de 38 para 96% devido à organização interna mais nítida no ICMBio e na REBIO, à presença de um conselho consultivo atuante, à efetiva comunicação entre todos os níveis de funcionários e administração e à transparência no processo de tomada de decisão pelo gestor da Unidade. O elemento Planejamento da Gestão atingiu 100% na situação atual através dos resultados das pesquisas e monitoramentos que passaram a ser incluídos como prática rotineira. A Pesquisa e Avaliação de Monitoramento atingiu 100% pois as atividades são monitoradas e registradas de forma correta, as pesquisas são coerentes com as necessidades da REBIO, os funcionários têm acesso regular às pesquisas e às orientações científicas. Além disso, as necessidades críticas à pesquisa e ao monitoramento são identificadas e priorizadas (Figura 7). O módulo Resultados subiu de 47 para 84% devido à melhora na infra-estrutura, melhor avaliação, supervisão e monitoramento dos funcionários e ao melhor desenvolvimento dos recursos humanos (Figura 8).

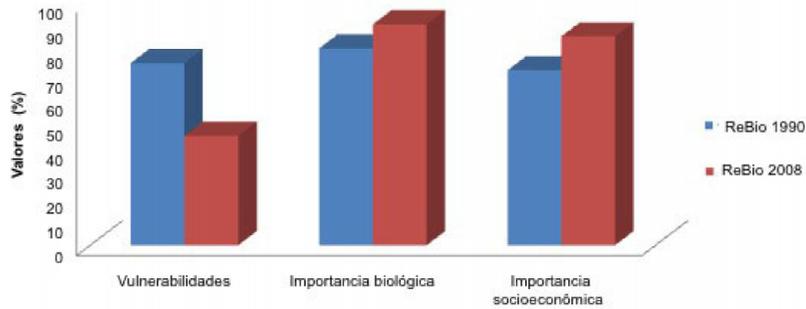


Figura 6. Análise da área Contexto durante a implantação da REBIO do Atol das Rocas (1990) e atualmente (2008).

Figure 6. Analysis of the area Context during the creation of Atol das Rocas REBIO (1990) and currently (2008).

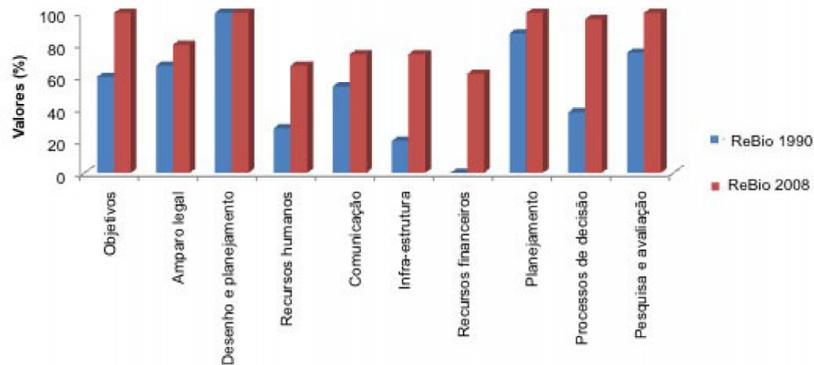


Figura 7. Análise da área Efetividade de Gestão durante a implantação da REBIO (1990) e atualmente (2008).

Figure 7. Analysis of the area Effectiveness of the Management during the creation of Atol das Rocas REBIO (1990) and currently (2008).

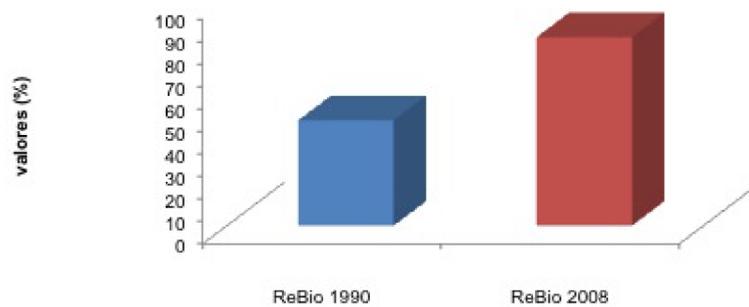


Figura 8. Análise do módulo Resultados durante a implantação da REBIO (1990) e atualmente (2008).

Figure 8. Analysis of the module Results during the creation of Atol das Rocas REBIO (1990) and currently (2008).

O impacto, com maior dificuldade para gerenciamento, descrito pelo primeiro gestor e pelo gestor atual foi a atividade pesqueira na área de entorno da reserva, mostrando que ainda existem dificuldades de fiscalização. Porém, os resultados demonstraram que, após 19 anos de atividades ininterruptas na estação científica, o grau de efetividade de implantação e de gestão da REBIO do Atol das Rocas é satisfatório, atingindo 85% do nível ótimo.

A gestão da Unidade apresenta vários pontos positivos como a existência de plano de manejo, termos de cooperação e/ou convênios firmados, estação científica atuante e financiamento externo. Todo esse processo foi construído gradualmente desde a implantação de forma participativa, considerando as limitações técnicas e legais da Unidade.

4. CONCLUSÕES

O Atol das Rocas é o único atol encontrado no Atlântico Sul Ocidental e constitui-se em um local-chave para a proteção da biodiversidade marinha, sendo uma unidade de proteção integral. Os impactos na Unidade são de caráter regional e Dou global: 1) pressão da pesca, a principal ameaça regional à integridade da REBIO, 2) introdução de espécies exóticas e lixo marinho, e 3) mudanças climáticas (ex. branqueamento). Esses impactos são fatores de risco para a biodiversidade e geodiversidade, como observado no modelo cibernético elaborado. Apesar dos impactos observados, a efetividade de manejo da Unidade foi considerada satisfatória.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Petrobras e à Fundação SOS Mata Atlântica, pelo financiamento dos trabalhos de campo, ao ICMBio, pela concessão da licença de pesquisa (nº 12228-1) e apoio nas atividades de campo, ao biólogo Carlos Augusto Oliveira Meirelles, pelo auxílio no campo e aos amigos Ivo Gois, Jarian Dantas e Risonaldo Dantas, pelo material fotográfico.

BIBLIOGRAFIA

Adey, Walter H. (2000) - Coral reef Ecosystems and Human Health: Biodiversity Counts! *Ecosystem health*, 6:227-236. ISSN: 1526-0992.

<http://dx.doi.org/10.1046/j.1526-0992.2000.006004227.x>

Almeida, F.F.M. (2006) - Ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica atlântica. *Terrae Didactica*, 2(1):3-18, Campinas, SP, Brasil. ISSN 1980-4407. http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/volume_2/pdf-v2/t_didactica_2006_v02n01_p003-018_almeida.pdf

Andrade, G.O. (1959) - O recife anular das Rocas: Um registro das recentes variações eustáticas no Atlântico equatorial. *Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros*, 11: 29-61, São Paulo, SP, Brasil. ISSN 0102-8030.

Antas, P.T.Z. & Azevedo-Jr., S.M. (1990) - *Expedição ao Atol das Rocas - fevereiro/março de 1990*. Relatório das atividades com aves. Relatório para a direção da Reserva Biológica do Atol das Rocas. Natal, IBAMA/RN: 2. (Não Publicado)

Armstrong, C.W. (2007) - A note on the ecologic-economic modelling of marine reserves in fisheries. *Ecological Economics*, 62(2):242-250. ISSN: 0921-8009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.03.027>

Barnett, Jon (2001) - Adapting to Climate Change in Pacific Island Countries: The Problem of Uncertainty. *World Development*, 29(6): 977-993. ISSN: 0305-750X. [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00022-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00022-5)

Barry, S.J., Cowell, P.J. & Woodroffe, C.D. (2007) - A morphodynamic model of reef-island development on atolls. *Sedimentary Geology*, 197(1-2):47-63. ISSN: 0037-0738. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2006.08.006>

Presidência da República (1979) - Decreto-Lei nº 83.549 de 5 de junho de 1979. Cria a Reserva Biológica do Atol das Rocas e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 5 Junho 1979, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-83549-5-junho-1979-432853-publicacao-1-pe.html>

Presidência da República (1986) - Decreto nº 92.755, de 5 de junho de 1986. Declara Área de Proteção Ambiental o Território Federal de Fernando de Noronha, o Atol das Rocas e os Penedos de São Pedro e São Paulo, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 06 Junho 1986, Seção 1, página 8218, Brasília, DF, Brasil. Disponível em:

- <http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-92755-5-junho-1986-443294-publicacao-1-pe.html>
- Presidência da República (2000) - Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 19 jul. 2000, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>
- Presidência da República (2001) - Decreto nº 3.834 de 5 de junho de 2001. Regulamenta o art. 55 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e delega competência ao Ministro de Estado do Meio Ambiente para a prática do ato que menciona, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 6 de junho de 2001, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/decreto/2001/D3834.htm
- Presidência da República (2002) - Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 22 de agosto de 2002, Brasília, DF, Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/decreto/2002/D4340.htm
- Bryan Jr., E.H. (1953) - Check List of Atolls. *Atoll Research Bulletin*, 19:1-38. Smithsonian Institution, Washington, DC, U.S.A. ISSN: 0077-563. Disponível em <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/atollresearchbulletin/issues/00019.pdf>
- Buddemeier, R.W.; Kleypas, J.A. & Aronson, R.B. (2004) - *Coral reefs & Global climate change: Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems*. 44p., Pew Center on Global Climate Change, Arlington, U.S.A. Disponível em http://www.pewclimate.org/docUploads/Coral_Reefs.pdf
- Carlton, James T. (1996) - Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological Conservation*, 78(1-2):97-106. ISSN: 0006-3207, [http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207\(96\)00020-1](http://dx.doi.org/10.1016/0006-3207(96)00020-1)
- Cruz, I.C.S., Kikuchi, R.K.P. & Leão, Z.M.A.N. (2009) - Caracterização dos recifes de corais da área de preservação ambiental da Baía de Todos os Santos para fins de manejo, Bahia, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 9(3):3-23. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-150_Cruz.pdf
- Darwin C. (1842) - *The structure and Distribution of Coral reefs*. 214p., Smith, Elder and Co., London, UK. (Disponível em Google Books)
- Danovaro, R. & Fraschetti, S. (2002) - Meiofaunal vertical zonation on hard-bottoms: comparison with soft-bottom meiofauna. *Marine Ecology Progress Series*, 230: 159-169. ISSN: 0171-8630. <http://dx.doi.org/10.3354/meps230159>
- Duarte, P.J. (1938) - O Atoll das Rocas. *Arquivo do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, 1:61-70, Recife, PE, Brasil.
- Echeverría, C.A.; Pires, D.O., Medeiros, M.S., Castro, C.B. (1996) - Cnidarians of the Atol das Rocas. In: Lessios, H.A. & Macintyre, Ian G., *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1:443-446, Panama, Allen Press.
- Faria, A. & Silva, D. (1937a) - O Atol das Rocas: Excursão do navio faroleiro Vital de Oliveira. *Revista D.N.P.A.*, IV(4-5-6):1-40, Ministério da Agricultura, Recife, PE, Brasil.
- Faria, A. & Silva, D. (1937b) - A fauna ictiológica de Rocas. Observações sobre a maturidade dos órgãos genitais e frequência das principais espécies. *Revista D.N.P.A.*, IV(1-2-3):1-38, Ministério da Agricultura Recife, PE, Brasil.
- Fischer, C.F., Avelar, J.C.L., Brito, M., Grosman, A., Carvalho, D.A., Carneiro, C.L. & Arruda, M.B. (2007) - *Plano de manejo para a reserva biológica Atol das Rocas*. 235p., Ministério do Meio Ambiente/ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, DF, Brasil.
- Gherardi, D.F.M. & Bosence, D.W.J. (1999) - Modeling of the ecological succession of encrusting organisms in Recent coralline-algal frameworks from Atol das Rocas, Brazil. *Palaios*, 14(2):145-158. ISSN: 883-135
- Gherardi D.F.M. & Bosence D.W.J. (2005) - Late Holocene Reef growth and relative sea-level changes in Atol das Rocas, equatorial South Atlantic. *Coral Reefs*, 24(2):264-272. ISSN: 0722-4028. <http://dx.doi.org/10.1007/s00338-005-0475-5>

- Hoegh-Guldberg, O.; Mumby, P.J.; Hooten, A.J.; Steneck, R.S.; Greenfield, P.; Gomez, E.; Harvell, C.D.; Sale, P.F.; Edwards, A.J.; Caldeira, K.; Knowlton, N.; Eakin, C.M.; Iglesias-Prieto, R.; Muthiga, N.; Bradbury, R.H.; Dubi, A. & Hatziolos, M.E. (2007) - Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, 318:1737-1742. ISSN 0036-8075. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1152509>
- Hughes, T.P.; Baird, A.H.; Bellwood, D.R.; Card, M.; Connolly, S.R.; Folke, C.; Grosberg, R.; Hoegh-Guldberg, O.; Jackson, J.B.C.; Kleypas, J.; Lough, J.M.; Marshall, P.; Nystrom, M.; Palumbi, S.R.; Pandolfi, J.M.; Rosen, B. & Roughgarden, J. (2003) - Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science*, 301:929-933. ISSN 0036-8075. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1085046>
- Kikuchi, R.K.P. (2002) - Atol das Rocas, Litoral do Nordeste do Brasil (Único atol do Atlântico Sul Equatorial Ocidental). In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. & Berbert-Born, M.L.C. (Eds.), *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, pp. 379-390, DNPM/CPRM, Brasília, DF, Brasil. Disponível em <http://vsites.unb.br/ig/sigep/sitio033/sitio033.pdf>
- Laborel, J. (1970) - *Les peuplements de Madréporaires des côtes tropicales du Brésil*. Annales University of Abidjan, série E, 2(3): 1-260.
- Leão, Z. M. A. N. (2003) - Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortés, Jorge (ed.), *Latin American Coral Reefs*, pp.9-52, Elsevier Science, Amsterdam, Holanda. ISBN-13: 978-044451388
- Léry, Jean de (1980) - *Viagem à terra do Brasil*. 303p., Ed. Itatiaia/EDUSP, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8531904072
- Machado, Arthur Antônio (2007) - *Descrição do ciclo gametogênico do ouriço-branco, Tripneustes ventricosus (Lamarck, 1816), no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE, Brasil*. 35p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil. Disponível em <http://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/ArthurAM.pdf>
- Marcovaldi, M.A. & dei Marcovaldi, G.G. (1999) - Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation*, 91(1):35-41. ISSN: 0006-3207. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00043-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00043-9)
- McDermid, K.J. & McMullen, T.L. (2004) - Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. *Marine Pollution Bulletin*, 48(7-8):790-794. ISSN: 0025-326X. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.10.017>
- Mumby, P.J. (2006) - The Impact of Exploiting Grazers (Scaridae) on The Dynamics of Caribbean Coral Reefs. *Ecological Applications*, 16(2):747-769. ISSN: 1051-0761. [http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[0747:TIOEGS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[0747:TIOEGS]2.0.CO;2)
- Oliveira Filho, E.C. & Ugadim, Y. (1974) - New references of benthic marine algae to Brazilian flora. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 2:71-91, São Paulo, SP, Brasil. ISSN: 0073-2877.
- Oliveira Filho, E.C. & Ugadim, Y. (1976) - A survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). *Phycologia*, 15(1):41-44, Lawrence, USA. ISSN: 0031-8884.
- Patten, B.C. & Odum, E.P. (1981) - The Cybernetic Nature of Ecosystems. *The American Naturalist*, 118(6):886-895. ISSN: 0003-0147. <http://dx.doi.org/10.1086/283881>
- Pereira, N.S., Manso, V.A.V., Silva, A.M.C. & Silva, M.B. (2010) - Mapeamento Geomorfológico e Morfodinâmica do Atol das Rocas, Atlântico Sul. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, no prelo. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-209_Pereira.pdf
- Rinkevich, B. (2008) - Management of coral reefs: we have gone wrong when neglecting active reef restoration. *Marine Pollution Bulletin*, 56(11):1821-1824. ISSN: 0025-326X. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.08.014>
- Rios, E.C. (1979) - Novas ocorrências de moluscos para o Atol das Rocas. *V Encontro de Malacologistas Brasileiros*, pp.14, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Mossoró, RN, Brasil.
- Rosa, R.S. & Moura, R.L. (1997) - Visual assessment of reef fish community structure in Atol das Rocas Biological Reserve, off northeastern Brazil. In: Lessios, H.A. & Macintyre, Ian G., *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, 1:983-989, Panama, Allen Press.

- Soares, M. O., Lemos, V.B. & Kikuchi, R.K.P. (2009) - Atol das Rocas, Atlântico Sul Equatorial: considerações sobre a classificação do recife biogênico. *Revista Brasileira de Geociências*, 39:238-243. ISSN: 2177-4382. <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/rbg/article/view/13342/10607>
- Stoddart D.R. (1965) - The Shape of Atolls. *Marine Geology*, 3(5):369-383. ISSN: 0025-3227. [http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227\(65\)90025-3](http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227(65)90025-3)
- Wilkinson, C. (2002) - *The Status of the Coral Reefs of the World*. 378p., Australian Institute of Marine Science and the Global Coral Reef Monitoring Network, Townsville, Australia.
- Woodroffe, Colin D. (2008) - Reef-island topography and the vulnerability of atolls to sea-level rise. *Global and Planetary Change*, 62(1-2):77-96. ISSN: 0921-8181. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.11.001>
- Onaga, Cristina Aragão & Drumond, Maria Auxiliadora (org.) (2007) - *Efetividade de gestão das unidades de conservação federais do Brasil - Implementação do método RAPPAM*. 96p., WWF-Brasil & IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, DF, Brasil. Disponível em http://assets.wwf.org.br/downloads/efetividade_de_gestao_das_unidades_de_conservacao_federais_do_brasil.pdf