



# Gestão de Recifes de Coral Branqueados ou Severamente Danificados

Susie Westmacott, Kristian Teleki, Sue Wells e Jordan West

Traduzido por Maria João Rodrigues

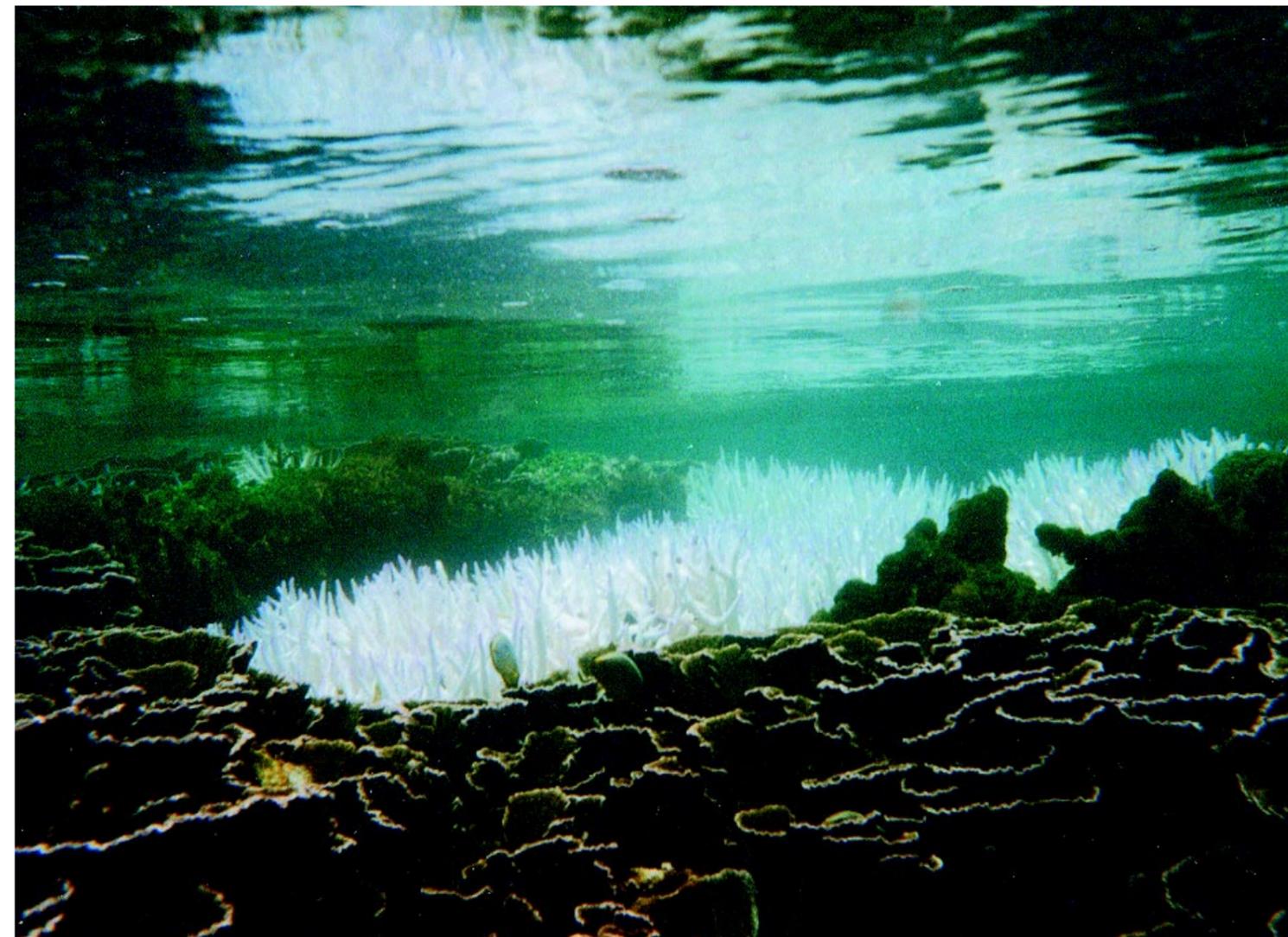
## IUCN – União Internacional para a Natureza

Fundada em 1948, a União Internacional para a Natureza reúne Estados, agências governamentais e uma série diversa de organizações não-governamentais em única parceria mundial: mais de 950 membros na sua totalidade, espalhados em cerca de 139 países.

Como uma União, a IUCN procura influenciar, incentivar e assistir sociedades pelo mundo fora a conservar a integridade e a diversidade da natureza e assegurar de que qualquer uso dos recursos naturais seja equitativo e ecologicamente sustentável.

A União Internacional para a Natureza baseia-se nas forças de seus membros, redes e sócios para aumentar a sua capacidade e apoiar as alianças globais de forma a salvaguardar os recursos naturais a nível local, regional e global.

IUCN Publications Services Unit  
219c Huntingdon Road,  
Cambridge CB3 0DL, UK  
Tel: +44 1223 277894  
Fax: +44 1223 277175  
E-mail: [info@books.iucn.org](mailto:info@books.iucn.org)  
WWW: <http://www.iucn.org>



## Informação Geral das Organizações

**A Convenção sobre Diversidade Biológica** é um acordo internacional vinculativo legal que foi aberto para assinatura na Conferência da Terra, no Rio de Janeiro em 1992 e que entrou em vigor em 1993. É o único tratado global que se dirige aos três níveis da diversidade biológica: recursos genéticos, espécies e ecossistemas. É também o primeiro a reconhecer que a conservação da diversidade biológica é de interesse comum para a humanidade, que os investimentos na conservação da biodiversidade resultarão em benefícios ambientais, económicos e sociais, e que o desenvolvimento económico e social e a erradicação da pobreza são tarefas prioritárias.

A Convenção é então uma componente chave no compromisso dos países do mundo em executar políticas de desenvolvimento sustentável. Seus objectivos triplos são a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável dos seus componentes, e a partilha equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos.

A Convenção foi ratificada por mais de 175 países e pela Comunidade Europeia. Estes comprometeram-se em desenvolver estratégias para a biodiversidade nacional e planos de acção e em integrar a conservação e a utilização sustentável da biodiversidade nas tomadas de decisões por todos os sectores económicos.

**A agência dos E.U. para o Desenvolvimento Internacional (USAID)** é a agência governamental dos E.U. responsável pelo auxílio humanitário e de desenvolvimento mundial. Os programas da USAID promovem o desenvolvimento sustentável, fornecem o auxílio económico, desenvolvem a capacidade humana e o governo democrático, e fornecem auxílio aos desastres estrangeiros. Os programas do ambiente comprometem-se a melhorar a conservação de significantes ecossistemas, a reduzir a ameaça da mudança global do clima, e a promover a gestão sustentável dos recursos naturais.

Para mais informação, visite <http://www.usaid.gov>. Esta publicação foi possível através do apoio fornecido pelo Centro Mundial do Meio Ambiente da USAID. As opiniões aqui expressas são aquelas dos autores e não reflectem necessariamente as opiniões da USAID.

**WWF, o Fundo Mundial para a Natureza**, é uma grande e experiente organização de conservação independente, com 4,7 milhões de apoiantes e uma rede global activa em 96 países. WWF é conhecida como o Fundo Mundial da Vida Selvagem no Canadá e nos Estados Unidos da América.

Os objectivos do programa marinho de conservação do WWF são:

- Preservar a biodiversidade e os processos ecológicos dos ecossistemas marinhos e litorais;
- Assegurar de que qualquer uso dos recursos marinhos seja tanto sustentável como equitativo;
- Restabelecer os ecossistemas marinhos e litorais onde o seu funcionamento foi prejudicado.

O WWF estabeleceu recentemente a iniciativa CoralWeb “ Ecossistemas dos Recifes de Coral em Acção” a fim de conservar os excepcionais ecossistemas de coral do mundo e sua biodiversidade. A CoralWeb dirige-se à crise que os recifes de coral enfrentam na perspectiva da ecologia, e tomará em conta os factores ecológicos, económicos, sociais e políticos.

# Gestão de Recifes de Coral Branqueados ou Severamente Danificados

Susie Westmacott, Kristian Teleki, Sue Wells e Jordan West

Traduzido por Maria João Rodrigues

**IUCN**  
The World Conservation Union



A designação das entidades geográficas neste livro, e a apresentação do material, não implicam a expressão de nenhuma opinião de seja qual for, pela parte da IUCN a respeito do estado legal de qualquer país, território, ou área, ou de suas autoridades, ou a respeito da delimitação de suas fronteiras ou limites.

Os pontos de vista expressos nesta publicação são aqueles dos autores e não reflectem necessariamente aqueles da IUCN ou de outras organizações participantes.

Publicada por: IUCN, Gland, Suíça, e Cambridge, UK.



Copyright: © 2000 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

A reprodução desta publicação para finalidades educacionais e outras não-comerciais é autorizada sem prévia permissão escrita dos detentores dos direitos reservados com a condição de que a fonte seja inteiramente reconhecida.

A reprodução desta publicação para revenda ou outras finalidades comerciais é proibida sem a prévia permissão escrita dos detentores dos direitos reservados.

Citação: Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S. and West. J. M. (2000) *Gestão de recifes de coral branqueados ou severamente danificados*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. vii + 36 pp.

ISBN: 2-8317-0568-1

Fotos da Capa: Frente: Corais branqueados, Sri Lanka (Arjan Rajasuriya). Verso: ARVAM.

Produzido por: The Nature Conservation Bureau Ltd, Newbury, UK.

Impresso por: Information Press, Oxford, UK.

Disponível em: IUCN Publications Services Unit  
219c Huntingdon Road, Cambridge CB3 0DL, UK  
Tel: +44 1223 277894, Fax: +44 1223 277175  
E-mail: [info@books.iucn.org](mailto:info@books.iucn.org)  
WWW: <http://www.iucn.org>  
O catálogo das publicações da IUCN também está disponível.

*O texto deste livro é imprimido em 115 gr/m<sup>2</sup> de Zone Silk, que é avaliada em 4-estrelas sob o sistema Eco-Check e é feita com 100% sustentável fonte de fibra usando processos livres de cloro.*

# Índice

- iv Agradecimentos**
- iv Lista de Abreviaturas**
- v Prefácio**
- vi Sumário Executivo**
- 1 Introdução**
- 3 Branqueamento do Coral**
  - 3 O que é o branqueamento do coral?
  - 4 O que causa o branqueamento do coral?
  - 5 Onde ocorreu o branqueamento do coral?
- 7 Outras Ameaças aos Recifes**
- 9 O que o Futuro Reserva Para os Recifes?**
  - 9 Resiliência do recife de coral
  - 10 A mudança global do clima e os recifes de coral
- 12 Porque Gerir os Recifes Danificados?**
- 14 Áreas Protegidas Marinhas e Recifes Danificados**
  - 14 O papel das áreas protegidas marinhas
  - 14 Acções de gestão
- 16 As Pescas e o Branqueamento do Coral**
  - 16 Como as pescas podem mudar em recifes danificados?
  - 18 Acções de gestão
- 19 Turismo e o Branqueamento do Coral**
  - 19 Acções de gestão
- 23 Gestão Costeira Integrada e o Branqueamento do Coral**
  - 24 Acções de gestão
- 26 Técnicas de Restabelecimento**
  - 28 Acções de gestão
- 29 Monitoria e Investigação**
  - 29 Monitoria
  - 30 Investigação
- 31 Dirigindo-se à Mudança Global do Clima – o Desafio Final**
- 32 Referências e Materiais de Recurso**
  - 32 Branqueamento de coral, mudança do clima e recuperação do recife
  - 33 Gestão dos recifes de coral branqueados e severamente danificados
  - 35 Sites da Internet
- 36 Contactos Úteis e Endereços**

# Agradecimentos

Esta brochura foi possível com o financiamento da Convenção sobre a Diversidade Biológica e a IUCN-US (sendo ambas generosamente suportadas pelo Departamento de Estado dos E. U.), WWF-Suécia, Programa da WWF-Tanzania (Projecto Ecoregião Marinha da África Oriental) e USAID. Estas agências reconheceram a necessidade urgente de comunicar, o número crescente de factos científicos e teorias, para aqueles que têm de lidar com as consequências do evento de branqueamento do coral em 1998. As suas acções rápidas e apoio, permitiram-nos produzir esta brochura num curto prazo de tempo, antes que fosse demasiado tarde. A brochura foi grandemente baseada na maior parte do trabalho e resultados dos vários investigadores envolvidos no programa CORDIO. Este foi para nós, um recurso valioso, como também outros contributos de cientistas que conosco compartilharam antes da sua publicação final. O Escritório Regional IUCN na África Oriental, em colaboração com a IUCN-US, tomou a responsabilidade pela organização da publicação desta brochura, e a quem nós estamos extremamente gratos pelo seu apoio.

O primeiro rascunho do texto, foi enviado a uma vasta audiência para revisão e os seus comentários foram na medida do possível incorporados nesta versão final. Seus comentários foram, não só úteis, como extremamente apreciados e fornecendo-nos uma visão mais ampla para a transmissão da nossa mensagem. Os nossos agradecimentos vão em particular para os seguintes revisores: Riaz Aumeeruddy, Barbara Best, Martin Callow, Julie Church, Herman Cesar, Stephen Colwell, Helen Fox, Patty Glick, Edmund Green, Thomas Heeger, Gregor Hodgson, Irene Kamau, Olof Lindén, Tim McClanahan, Rolph Payet, Arthur Paterson, Lida Pet Soede, Rod Salm, Lothar Schillak, Charles Sheppard, Paul Siegel, Mark Spalding, Al Strong, Alan White. Os nossos agradecimentos vão também para o Jean Pascal Quod, Arjan Rajasuriya e Thomas Heeger, por nos terem fornecido fotos adicionais, Virgínia Westmacott pelas ilustrações, Jeffrey Maganya, Amina Abdallah e a equipa do IUCN-EARO e a equipa da Unidade de Investigação Costeira de Cambridge, que deram assistência administrativa e logística.

## Lista de Abreviaturas

CBD	Convenção sobre Diversidade Biológica	IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção	MPA	Áreas Protegidas Marinhas
COP	Conferência das Partes	NGO	Organizações Não Governamentais
CORDIO	Degradação dos Recifes de Coral no Oceano Índico	SBSTTA	Órgão Subsidiário para o Conselho Científico, Técnico e Tecnológico da CBD
EIA	Avaliação do Impacto Ambiental	SIDA/SAREC	Programa de Investigação da Agência Sueca para o Desenvolvimento Internacional
GBR	Grande Barreira do Recife, Austrália	SST	Temperatura Superficial do Mar
GCRMN	Rede Global de Monitoria do Recife de Coral	UNEP	Programa Ambiental das Nações Unidas
ICM	Gestão Costeira Integrada	UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
ICRI	Iniciativa Internacional de Recifes de Coral		

# Prefácio

Os recifes de coral são um dos ecossistemas mais ameaçados no mundo. Rivalizando as florestas tropicais húmidas em sua diversidade biológica, e fornecendo principais benefícios económicos das pescas e do turismo, os ecossistemas dos recifes de coral são do interesse global. Além disso, os recifes fornecem muitas das funções vitais em países em vias de desenvolvimento, em especial nos Estados das Pequenas Ilhas em Desenvolvimento.

Até recentemente, o 'stress' causado pelas actividades humanas – tais como fontes de poluição de origem terrestre e as práticas destrutivas pesqueiras – foram consideradas como sendo dos perigos principais para os recifes de coral. Enquanto estes problemas ainda persistem, nas últimas duas décadas viu-se a emergência de outro ainda, de ameaça potencialmente maior. Os recifes de coral foram afectados com um incidência e severidade crescentes pelo *branqueamento do coral*, um fenómeno associado a vários 'stresses', especialmente com o aumento das temperaturas das águas do mar. O branqueamento severo e prolongado pode conduzir a uma mortalidade do coral em grande escala, e o evento de branqueamento e mortalidade de coral sem precedentes de 1998, afectou grandes áreas de recifes de coral do Indo-Pacífico.

Uma Consulta Especialista sobre branqueamento de coral convocada pelo Secretariado da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) em 1999, reconheceu que há uma evidência significativa de que a mudança do clima, é uma causa principal dos eventos recentes de branqueamento do coral. Se as tendências da mudança do clima continuarem como previstas, os eventos de branqueamento do coral, tornar-se-ão provavelmente mais frequentes e severos no futuro, colocando os recifes de coral num crescente risco.

A protecção dos restantes recifes, incluindo aqueles que foram severamente danificados, é agora crítica, se os ecossistemas dos recifes tiverem uma possibilidade máxima da recuperação. Tal protecção, deve incluir a remoção dos impactos humanos que podem causar, agravar ou serem agravados pelo branqueamento. A evidência encorajadora dos estudos a longo prazo sugere que os recifes de coral possam recuperar dos impactos principais do branqueamento, se os 'stresses' adicionais forem reduzidos ou removidos. A gestão cuidadosa do ambiente e a manutenção das melhores condições possíveis para suportar a recuperação dos recifes, será vital no futuro.

A Conferência das Partes à Convenção sobre a Diversidade Biológica, na sua quinta reunião em Maio de 2000, decidiu integrar os ecossistemas dos recifes de coral no seu programa de trabalho sobre a diversidade biológica marinha e costeira. Igualmente, incitou às Partes, outros Governos e grupos relevantes (como por exemplo a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima) a implementar uma série de medidas de resposta ao fenómeno de branqueamento do coral e degradação física e destruição dos recifes de coral, incluindo a investigação, reforço institucional ('capacity building'), a participação da comunidade e a educação.

A União Internacional para a Natureza (IUCN) e o Fundo Mundial para a Natureza (WWF) estão empreendendo um número de iniciativas que se relacionam com a gestão do recife de coral, ambos em áreas de estudo por todo mundo, e no foro da política a níveis regionais e internacionais. O

programa de Degradação do Recife de Coral no Oceano Índico (CORDIO) (financiado pela Suécia, Finlândia, Países Baixos e pelo Banco Mundial) é um exemplo dos esforços realizados para a recolha da informação sobre as implicações biológicas e sócio-económicas do branqueamento massivo de coral, e produziu a informação valiosa, muita da qual está sendo usada para desenvolver intervenções de gestão. A Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) está comprometida a ajudar as nações em vias de desenvolvimento a proteger as suas zonas costeiras e reconhece que a conservação e a utilização prudente dos recursos do recife de coral são críticas para o desenvolvimento económico sustentável. Para esse objectivo, a USAID trabalha em mais de 20 países em projectos que promovem directamente a protecção dos ecossistemas do recife de coral através do reforço institucional na gestão costeira integrada; fortalecendo a gestão dos parques e das áreas protegidas; a preservação do habitat e da biodiversidade; e a sustentabilidade dos turismo e das pescas.

O Secretariado da Convenção sobre a Diversidade Biológica, IUCN, WWF, programa da CORDIO, a USAID, em associação com a Iniciativa Internacional do Recife de Coral, decidiram produzir esta Brochura sobre a Gestão de Recifes de Coral Branqueados ou Severamente Danificados. Este esforço conjunto é em resposta à difícil pergunta: "O que pode ser feito sobre o branqueamento do coral e outras ameaças aos recifes de coral?" O objectivo desta brochura é fornecer a orientação para gestores locais, políticos, e diversos grupos interessados da sociedade ('stakeholders') nas abordagens da gestão apropriada dos recifes de coral que foram severamente degradados devido ao branqueamento ou outras causas. Embora, a informação científica não seja ainda adequada para recomendações precisas, é evidente que o conhecimento actualmente disponível deve ser transferido àqueles em posições para proteger os restantes recursos e estimular a recuperação.

Nós esperamos que esta publicação contribua para uma gestão eficaz e imediata na ajuda da protecção e regeneração do recife, e para aumentar a investigação para desenvolver as ferramentas necessárias e medidas para o sucesso a longo prazo. Para além disso, nós esperamos que será utilizada, para elevar a consciência da necessidade urgente de executar toda a acção possível para reduzir o efeito da mudança do clima nos recifes de coral.

Hamdallah Zedan  
Secretário Executivo  
Convenção sobre a Diversidade Biológica

Scott A. Hajost  
Director Executivo  
IUCN-Washington

Cathy Hill  
Directora do Programa Oceanos e Costas  
WWF-Suécia

David F. Hales  
Administrador Deputado Assistente e Director  
Centro Ambiental Global  
Agência dos E.U. para o Desenvolvimento Internacional

# Sumário Executivo

Esta brochura foi produzida para fornecer a orientação aos gestores, autoridades normativas e a todos aqueles que se preocupam com a degradação severa dos recifes causada pelo branqueamento dos corais e uma série de outros impactos.

O branqueamento do coral é causado pelas elevadas temperaturas da superfície do mar e elevados níveis da luz solar (UV), que afectam a fisiologia do coral e causam o efeito do branqueamento (do inglês 'bleaching'). Esta perda de cor deve-se à perda de algas simbióticas (zooxanthellae) sobre as quais o pólipos do coral depende para obter maior parte do seu alimento. As condições prolongadas do branqueamento (por mais de 10 semanas) podem eventualmente conduzir à morte do pólipos do coral.

As contínuas temperaturas elevadas da água (1–2°C acima dos máximos normais) durante 1998, causaram o maior evento geograficamente extensivo de branqueamento, jamais registado. O Oceano Índico foi uma das piores regiões afectadas, com mortalidade de corais tão alta como 90% sobre grandes áreas do recife. As regiões do Pacífico e das Caraíbas foram igualmente afectadas, mas não sofreram o mesmo nível de mortalidade do coral.

Outros impactos humanos continuam a ameaçar a sobrevivência dos recifes de coral. O desenvolvimento costeiro, as práticas deficientes do uso da terra, a exploração excessiva dos recursos marinhos e os métodos destrutivos pesqueiros – como também a eliminação dos desperdícios e poluição causada pelos navios — podem todos afectar negativamente o estado dos recifes. Conjuntamente, estes impactos, especialmente quando combinados com o branqueamento crescente do coral, causam uma ameaça séria à sobrevivência dos recifes de coral no mundo.

O Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima (IPCC) prevê um aumento de 1–2°C das temperaturas de superfície do mar ao longo do próximo século, de tal forma que, os eventos de branqueamento do coral se tornarão em eventos regulares, nos próximos 30–50 anos. Portanto, os próximos tipos de estratégias de gestão serão cruciais para salvar os recifes de coral.

**1. As áreas marinhas protegidas (MPA's)** jogarão um papel chave ajudando a manter fontes de larvas de coral para as áreas danificadas. As MPA's podem também proteger aquelas áreas, onde os corais se esforçam por recolonizar áreas danificadas. As acções de gestão em relação às MPAs, que contribuirão para a regeneração do recife incluem:

- Identificar áreas de recifes com menor grau de danificação nas MPA's e revendo e revendo, onde necessário, esquemas de zonação e limites para assegurar que os recifes saudáveis estão sendo estritamente protegidos.
- Assegurar que as MPA's existentes estão sendo eficazmente geridas.
- Desenvolver uma aproximação mais estratégica ao estabelecimento de sistemas de MPA, incluindo a consideração de fontes e depósitos e a inclusão de uma extensão geográfica abrangente e uma variedade de tipos de MPA's.

**2. As pescas nos recifes** podem ser negativamente afectadas naqueles, que sofreram uma maior mortalidade e estão

a perder a sua estrutura física (e assim sendo, incapazes de suportar uma comunidade diversa e abundante de peixes). Uma aproximação de precaução pode ser, dando atenção específica ao seguinte:

- Estabelecer zonas de não pesca e limitações de artes de pesca para proteger, áreas de reprodução e fornecer aos peixes um refúgio.
- Considerar medidas específicas de protecção para as espécies que contribuem para a regeneração do recife, tais como as que se alimentam de algas, ou que possam ser afectadas pelo branqueamento do coral, tal como os peixes que se alimentam de coral.
- Reforçar a legislação proibindo práticas destrutivas da pesca.
- Monitorar a composição da captura e o tamanho, para avaliar o sucesso das estratégias de gestão e implementar novas estratégias, se necessário.
- Desenvolver alternativas de sustento para comunidades pesqueiras à medida do necessário.
- Limitar a entrada de novos pescadores para a pescaria através dos esquemas de licenciamento.
- Regular a colecta de coral para o artesanato e o comércio para aquários.

**3. O turismo** nas áreas com recifes branqueados, pode ser mantido através da provisão de outras actividades, ambas relacionadas e não relacionadas com o recife. Algumas opções para a gestão incluem:

- Manter populações saudáveis de peixes para mergulhadores autónomos e livres através do uso criativo da zonação para reduzir a pressão da pesca excessiva e as visitas frequentes de turistas.
- Envolver os turistas no tema do branqueamento, oferecendo oportunidades para a participação em programas de monitoria.
- Enfatizar outras atracções para turistas, ambas na terra e da água, para além dos recifes de coral.
- Reduzir os impactos das operações do turismo no geral, tal como os danos directos causados nos corais pelos mergulhadores autónomos e livres ou pelas âncoras dos barcos, e dos danos indirectos das actividades costeiras que suportam a indústria turística.
- Encorajar os turistas a contribuir financeiramente para os esforços de recuperação e gestão.
- Canalizar a informação ao público através da extensão dos domínios e educação.

**4. A gestão costeira integrada (ICM)** será crucial, de modo a que os recifes branqueados possam ser geridos dentro do contexto das decisões de uso da terra, que estão sendo feitas em bacias adjacentes de drenagem. Da perspectiva do branqueamento do coral, aspectos particulares da ICM que necessitam de ser enfatizados incluem:

- Estabelecer sistemas de MPA dentro de uma estrutura da ICM.
- Implementar medidas para promover a pesca sustentável.
- Executar mecanismos para promover ambientalmente uma construção sadia e outras formas de uso da terra e desenvolvimento costeiro.
- Regular fontes de poluição de origem terrestre.
- Gerir os navios e outras embarcações para a reduzir os

danos aos recifes, dos impactos físicos ou dos derramamentos.

- Proteger a costa litoral da erosão.

**5. O restabelecimento do recife é uma área de investigação relativamente nova.** A investigação deve ser encorajada; no entanto, os programas de reabilitação de alto custo podem ser um *risco* em vez de uma *cura*. A reabilitação artificial, não deve ser considerada se as causas humanas de stress continuarem a provocar um impacto no recife. Ao considerar as opções de restabelecimento, os gestores devem ponderar as seguintes questões:

- Quais são os **objectivos** do projecto de restabelecimento?
- Qual é a **dimensão** do projecto de restabelecimento?
- Qual será o **custo** do projecto, e se é viável?
- Qual é a **taxa de sucesso** do método que está sendo proposto, e que método será **eficiente em termos de custo** no local?
- Qual será a **viabilidade a longo prazo** do programa?
- Haverá um espaço para que **os utilizadores dos recifes e comunidades locais** se tornem-se envolvidos?

Monitorar, permitirá aos gestores e políticos de acompanhar as mudanças no recife e avaliar o sucesso de programas de gestão. No entanto, deve-se tomar cuidado para desenhar traçar um programa, que se adapte ao pessoal e à capacidade financeira disponíveis. Em muitos casos, há programas existentes que podem ser adoptados. Entretanto, a investigação adicional é necessária urgentemente, de modo que, possamos responder de forma mais completa às questões chave, acerca dos impactos ecológicos e sócio-económicos do branqueamento do coral.

Os gestores podem preparar-se para os eventos de branqueamento e até mesmo ajudar na recuperação do recife, mas a comunidade global necessita de agir agora, para atacar a questão da mudança global do clima. A acção a todos os níveis, das comunidades locais e outras partes interessadas aos governos nacionais e tomadores de decisões, é necessária imediatamente para se dirigirem não apenas, às questões relacionadas com o branqueamento do coral, mas também ao estado geral e situação difícil dos recifes de coral em toda parte.



# Introdução

Esta brochura foi produzida para fornecer a orientação aos gestores, autoridades normativas e a todos aqueles cujas vidas estão intimamente ligadas ao bem-estar dos recifes de coral e que estão profundamente preocupados com a degradação do recife causado pelo branqueamento e uma série de outros impactos. Os recifes de coral encontram-se entre os ecossistemas marinhos mais importantes, fornecendo alimento, servindo como habitat para outras espécies comerciais, suportando a indústria turística, fornecendo a areia para praias, e actuando como barreiras contra a acção das ondas e erosão costeira. Ironicamente, o pior branqueamento ocorreu nos países com menor capacidade e recursos de actuação, e com maior necessidade de recifes saudáveis como contribuição ao desenvolvimento sustentável. Os especialistas estão preocupados, porque até mesmo, pequenos declínios na produtividade dos recifes de coral, como consequência do branqueamento, podem ter significativas consequências sociais e económicas (*sócio-económicas*), para os povos locais que dependem dos recursos do recife de coral, dado que estes vivem frequentemente abaixo dos níveis de pobreza.

Felizmente, um aumento repentino na recente investigação está a fornecer nova informação, sob a qual, os impactos do branqueamento possam ser tanto ecológicos como sociais. A investigação continua é ainda urgentemente necessária, de modo que, as recomendações futuras possam ser feitas com maior e maior precisão. Entretanto, usando a informação, agora disponível, acções gerais estratégicas podem ser já tomadas para dar aos recifes, a melhor possibilidade para a sua recuperação e saúde a longo prazo.

Antes de discutir soluções criativas, devemos primeiramente rever o problema. O evento de branqueamento do coral em larga escala, no Oceano Índico Ocidental em 1998, foi especialmente severo em extensão e no grau de mortalidade do coral. Reconhecendo o significado deste evento e da crescente preocupação global, a respeito do fenómeno de branqueamento, os países que aderiram à Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD),

endossaram as conclusões de uma Consulta Especialista convocada especialmente sob o branqueamento do coral (CBD, 1999):

- Os eventos maciços de branqueamento do coral e de mortalidade de 1998 parecem ser os mais severos e extensivos, jamais registados.
- A extensão geográfica, a frequência crescente e a severidade de eventos maciços de branqueamento são provavelmente a consequência do aumento constante da temperatura média da água superficial do mar, havendo uma evidência suficiente de que a mudança do clima é a causa principal.
- O aumento na temperatura do mar e o consequente branqueamento do coral e sua mortalidade, representam uma ameaça significativa aos recifes de coral e às populações humanas que deles dependem, particularmente aqueles, nos Estados de Ilhas Pequenas em Desenvolvimento.

Não há, naturalmente, nenhuma cura imediata, para o branqueamento do coral. No entanto, os gestores e autoridades normativas estão em posição de proteger os restantes recursos e de estimular a sua recuperação. Onde ocorreu o branqueamento, a gestão para reduzir e eliminar todas as formas de directo impacto humano que causam danos adicionais, é cada vez mais importante para promover condições para a recuperação do recife. Isto inclui reduzir a pressão da pesca excessiva, do turismo, das fontes de poluição de origem terrestre e do desenvolvimento. A protecção dos restantes corais vivos é de vital importância, uma vez que estes serão cruciais à recuperação futura do recife, tanto localmente, como em qualquer parte.

A acção a todos os níveis – local, nacional, regional e global – é essencial. Gestores do recife precisam de reconhecer o seu papel a nível global. Por exemplo, a área da Indonésia central, que sobreviveu ao branqueamento, poderá agora tornar-se crítica, na recuperação de muitos dos recifes danificados espalhados pelo Oceano Índico, fornecendo



Corais ramificados branqueados (*Acropora* sp.) em Mayotte, Oceano Índico Ocidental em 1998.

Foto: ARVAM



Recife nas Maldivas, Oceano Índico, antes do evento de branqueamento de coral em 1998.

Foto: Susie Westmacott

larvas para a colonização. Assim, as acções ao nível local na Indonésia podem ter um impacto nos países e comunidades locais a centenas ou milhares de milhas afastadas.

Muitas iniciativas globais e regionais estão agora a dirigir a sua atenção, ao branqueamento e à crise que enfrentam os recifes de coral. Estas incluem, a Iniciativa Internacional do Recife de Coral (ICRI) e a Rede Global de Monitoria do Recife de Coral (GCRMN), entre outros. O programa CORDIO (Degradação do Recife de Coral no Oceano Índico) é um exemplo regional, e os resultados de seu trabalho, foram usados largamente para desenvolver este documento.

O objectivo desta brochura, é fornecer uma explicação concisa das causas e das consequências do branqueamento do coral e discutir respostas apropriadas. Usando o evento de branqueamento no Oceano Índico em 1998, como um

caso de estudo, nós examinamos este fenómeno dentro do contexto de outras fontes de degradação do recife, de forma a fornecer a orientação para gestores e partes interessadas. Nós também revimos a investigação mais recente e a opinião científica actual nas tendências previstas e nos resultados do branqueamento do coral. Analisando esta informação, esta brochura sugere medidas de precaução a serem feitas para minimizar o impacto de eventos de branqueamento no futuro e indica sugestões para as acções positivas que possam ajudar à recuperação do recife. Alguma desta pesquisa, está ainda na sua infância, pelo que deve ser dada uma cuidadosa utilização, às estratégias serão as mais eficazes para solucionar casos particulares numa dada localização. Os gestores são incentivados a utilizar a informação e os recursos adicionais aqui apresentados, para formular uma resposta apropriada às suas condições específicas.

# Branqueamento do Coral

## O que é o branqueamento do coral?

A maioria dos corais são animais pequenos (chamados pólipos) que vivem em colônias e dão forma aos recifes. Obtêm o alimento de duas maneiras: primeiro, usando os seus tentáculos para capturar o plancton e segundo, através das algas minúsculas (chamadas zooxanthellae), que vivem no tecido do coral. Diversas espécies de zooxanthellae podem ocorrer numa única espécie de coral (Rowan e Knowlton, 1995; Rowan *et al.*, 1997). Encontram-se geralmente em grandes números em cada pólipo, vivendo em simbiose, fornecendo aos pólipos a sua cor, a energia da fotossíntese e tanto como 90% das suas exigências em carbono (Sebens, 1987). Por sua vez, a zooxanthellae recebe nutrientes essenciais do coral e transfere até 95% da sua produção fotossintética (energia e nutrientes) ao coral (Muscatine, 1990).

Nos corais edificadores de recife, a combinação da fotossíntese pelas algas e outros processos fisiológicos no coral, conduz à formação do esqueleto de pedra calcária (carbonato do cálcio). A acumulação lenta destes esqueletos, primeiramente em colônias, e depois em uma estrutura tridimensional complexa, permite que o recife de coral abrigue numerosas espécies, muitas das quais são importantes para a subsistência dos povos e das comunidades costeiras.

Os corais 'branqueiam' (i.e. tornam-se pálidos ou branco-neve) como consequência de uma variedade de 'stresses', naturais e induzidos pelo homem, que causam a degeneração e a perda das coloridas zooxanthellae dos seus tecidos. Sob condições normais, os números de zooxanthellae podem flutuar sazonalmente, enquanto os corais se ajustam às flutuações no ambiente (Brown *et al.*, 1999; Fitt *et al.*, 2000). O branqueamento pode mesmo ser, uma característica regular em algumas áreas. Durante um evento de branqueamento, os corais podem perder cerca de 60-90% de seus zooxanthellae, e os restantes zooxanthellae pode perder por sua vez, cerca de 50-80% dos seus pigmentos fotossintéticos (Glynn, 1996). Assim que a fonte de 'stress' é removida, os corais afectados podem recuperar, com os níveis dos zooxanthellae retornando ao normal, dependendo no



Foto: ARVAM

A extremidade desta colônia de coral ramificado (*Acropora* sp.) está branqueada mas viva; a porção mais baixa morreu e foi coberta por algas.

entanto, da duração e da severidade da perturbação ambiental (Hoegh-Guldberg, 1999). A exposição prolongada pode conduzir à morte parcial ou completa, não somente das colônias individuais, mas também de grandes áreas do recife de coral.

O mecanismo real de branqueamento do coral é deficientemente compreendido. Entretanto, pensa-se que no exemplo do 'stress térmico', o aumento da temperatura perturba a capacidade da zooxanthellae de fotossintetizar, e pode causar a produção de químicos tóxicos que danificam as suas células (Jones *et al.*, 1998; Hoegh-Guldberg e Jones, 1999). O branqueamento pode também ocorrer em organismos não edificadores de recife tais como corais moles, anêmonas e determinadas espécies de moluscos gigantes (*Tridacna* spp.), que têm também algas simbióticas nos seus tecidos. Como acontece com os corais, estes organismos podem também morrer se as condições que conduzem ao branqueamento forem suficientemente severas.

A resposta ao branqueamento é altamente variável. Os diferentes padrões de branqueamento podem ser encontrados entre colônias da mesma espécie, entre espécies diferentes no mesmo recife e entre recifes numa região (Brown, 1997; Huppert e Stone, 1998; Spencer *et al.*, 2000). A razão para isto, é ainda desconhecida, mas a natureza variável do 'stress' ou a combinação dos 'stresses' é provavelmente

Secção transversal de uma colônia de coral e seus pólipos, mostrando os tentáculos retirados e estendidos.

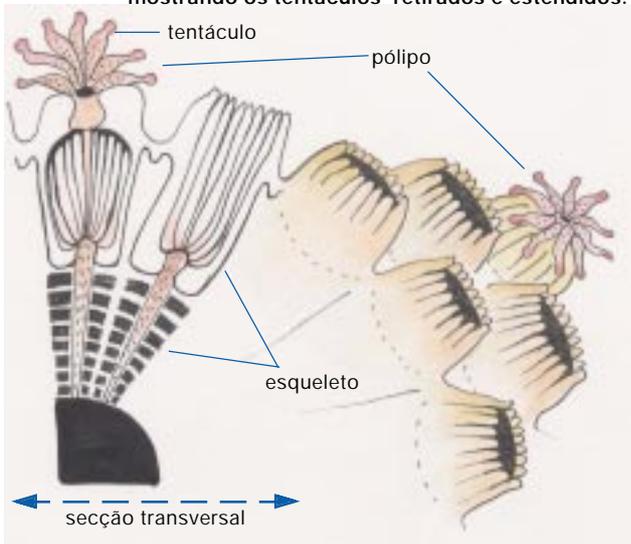


Ilustração: Virginia Westmacott



Foto: Arjan Rajasuriya

Espécies de coral respondem de forma diferente aos causadores de branqueamento. Esta foto foi tirada durante o evento de branqueamento em 1998: a colônia da esquerda (*Acropora* sp.) sofreu branqueamento e no entanto a da direita (*Porites* sp.) não.

responsável, juntamente com as variações na espécie de zooxanthellae e das densidades nas colônias. As diferentes espécies de zooxanthellae são capazes de suportar diferentes níveis de 'stress', e algumas zooxanthellae mostraram-se capazes de se adaptar a uma determinada espécie de coral; isto poderia esclarecer a variabilidade do branqueamento num único recife (Rowan *et al.*, 1997).

As colônias de coral branqueadas, quer tenham tido mortalidade total ou parcial, são muito mais vulneráveis ao crescimento excessivo de algas, à doença e aos organismos que penetram no esqueleto, enfraquecendo a estrutura do recife. Em consequência, se a mortalidade for elevada, os recifes branqueados mudam rapidamente da sua aparência de cor branco-neve para uma mais castanha-cinza baça, à medida que se tornam cobertos por algas. Onde os impactos do branqueamento são maiores, o crescimento excessivo e extensivo de algas pode impedir a recolonização pelos corais novos, alterando dramaticamente os padrões da diversidade



Foto: Arjan Rajasuriya

Colônias de coral ramificado branqueadas (*Acropora* sp.) no Sri Lanka, Oceano Índico em 1998.

de espécies de coral e causando a reestruturação da comunidade.

### O que causa o branqueamento do coral?

Os causadores do 'stress' que originam o branqueamento, incluem excepcionais temperaturas elevadas do mar, níveis elevados de raios ultravioleta, condições da luz baixa, turvação e sedimentação elevada, doença, salinidade anormal e a poluição. A maioria de episódios de branqueamento de coral em grande escala, nas últimas duas décadas, esteve associada à presença de temperaturas de superfície do mar elevadas (SSTs), e em particular, às 'Áreas de Calor' (do inglês 'Hotspots') (Hoegh-Guldberg, 1999). Uma 'área de calor' é uma área onde as SSTs excede o máximo anual previsto (a mais alta temperatura anual, calculada a média num período de 10 anos) para esse local (Goreau e Hayes,



Foto: Susie Westmacott

Colônia de *Agaricia* sp. mostrando branqueamento parcial em Bonaire, Caraíbas em 1998.

1994). Se uma 'Área de Calor' de 1°C acima do máximo anual persistir por 10 semanas ou mais, prevê-se o branqueamento (Wilkinson *et al.*, 1999; NOAA, 2000). O efeito combinado de SSTs elevadas e dos níveis elevados da luz solar (nos comprimentos de onda ultravioleta) pode fazer com os processos de branqueamento se tornem mais rápidos, superando os mecanismos naturais do próprio coral para se proteger da luz solar intensa (Glynn, 1996; Schick *et al.*, 1996; Jones *et al.*, 1998).

Os eventos do branqueamento em escala maior, observados nos anos 80 e princípios dos anos 90, não puderam ser inteiramente explicados pelos factores locais de 'stress', tais como, a circulação deficiente da água e foram associados de imediato aos eventos do El Niño (Glynn, 1990). No ano de 1983, observou-se o El Niño mais forte, até então registado, seguido por um evento moderado em 1987 e por um outro evento mais forte em 1992 (Goreau e Hayes, 1994). O branqueamento do coral ocorreu também nos anos de não-El Niño, e reconheceu-se que outros factores para além das SSTs elevadas poderiam estar envolvidos, tais como o vento, a cobertura das nuvens e a precipitação (Glynn, 1993; Brown, 1997).

Os episódios de branqueamento em grande escala, podem geralmente ser atribuídos às flutuações de SSTs, visto que, o branqueamento em pequena escala, é frequentemente devido aos causadores de stress antropogénicos directos (P.e. poluição) esse actuam em escalas pequena e localizadas. Onde ambos os impactos de aquecimento e impactos directos humanos ocorrem em conjunto, cada um pode agravar os efeitos dos outros. Se as temperaturas médias continuarem a aumentar, devido à mudança global do clima, os corais estarão provavelmente sujeitos a eventos de branqueamento mais frequentes e mais extremos no futuro. Assim, a mudança do clima pode agora ser a única ameaça maior aos recifes do mundo inteiro.

## Onde ocorreu o branqueamento do coral?

Os registos do branqueamento de coral vão até aos anos 1870 (Glynn, 1993), mas apenas desde os anos 1980, que os eventos de branqueamento tornaram-se mais frequentes, de

larga escala e severos (Goreau e Hayes, 1994; Goreau *et al.*, 2000). Em 1983, 1987, 1991 e 1995, o branqueamento foi observado em todas as áreas tropicais do Oceano Pacífico e Índico tal como no mar das Caraíbas.

No presente, não há nenhum método padrão para quantificar o branqueamento do coral, e houve algum debate se os observadores inexperientes subestimaram a dimensão e a severidade dos recentes eventos (Glynn, 1993). Além disso, em anos recentes, tem havido mais observadores que fornecem relatórios de branqueamento de maior número de áreas no mundo do que anteriormente (veja Wilkinson, 1998). Entretanto, mesmo durante a investigação activa de coral nos anos de 1960 e 1970, somente 9 maiores eventos de branqueamento do coral foram registados, comparando aos 60 eventos principais registados nos 12 anos de 1979 a 1990 (Glynn, 1993).

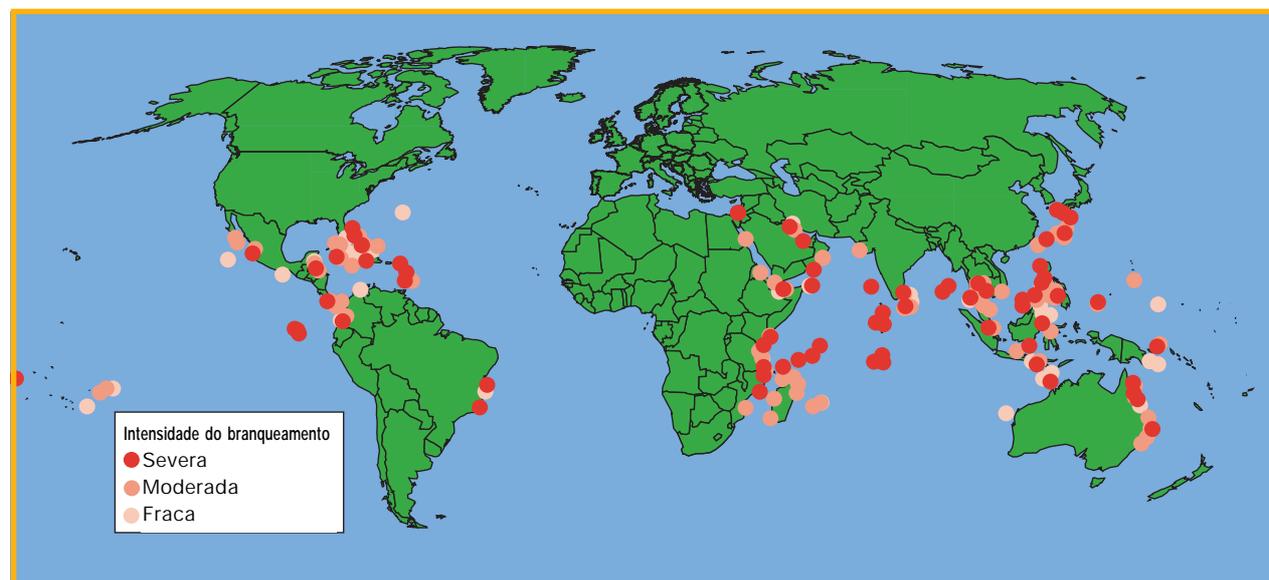
O evento de branqueamento de coral em 1998, foi um dos mais extensos geograficamente que jamais foi testemunhado e conduziu ao nível mais elevado de morte de coral registado, em especial na região do Oceano Índico. As SSTs aumentaram acima do limiar de tolerância dos corais, por um período mais longo (mais de 5 meses) do que anteriormente tinha sido registado. (Goreau *et al.*, 2000; Spencer *et al.*, 2000). Os corais ramificados foram os primeiros a ser afectados, visto que, os corais massivos, que inicialmente pareciam poder suportar as extraordinariamente quentes SSTs, foram afectados à medida que as condições severas persistiam.

As áreas afectadas na região do Oceano Índico incluiu grandes áreas de recife ao longo do litoral da África Oriental; Arábia, com excepção do norte do mar vermelho; do Arquipélago das Comores; partes do Madagáscar, das Seychelles; sul da Índia e Sri Lanka; as Maldivas e o Arquipélago de Chagos. Na maioria destes lugares, muitos dos corais foram incapazes de sobreviver o evento, e a mortalidade do coral variou entre 70-99% (Lindén e Sporrang, 1999; Wilkinson *et al.*, 1999).

Os recifes no sul do Oceano Índico, ao largo das ilhas Reunião, Maurícias, Madagáscar e da África do Sul, também foram afectados, embora as condições não fossem tão severas ou prolongadas. A maioria dos corais eventualmente retornaram ao seu estado saudável. Pensou-se que isto foi devido às condições de monção verificadas nesse período de

## Distribuição global de eventos de branqueamento, 1998-2000

(Fonte: Centro Mundial de Monitoria da Conservação e Programa Ambiental das Nações Unidas)



tempo, que causaram cobertura de nuvens, que reduziram os níveis de luz solar (e assim, da luz ultravioleta) alcançando os corais em águas de baixa profundidade (Turner *et al.*, 2000a).

O Pacífico oriental foi a primeira área a ser afectada, começando em Setembro de 1997, e as condições foram as mais severas que esta região sofreu desde que os registros deste tipo foram mantidos; as SSTs mantiveram-se acima do limiar, por mais de 5 meses (Goreau *et al.*, 2000). Interessantemente, aquelas áreas que se tinham recuperado de anteriores fenómenos de branqueamento em 1983, 1987, 1992, 1993 e 1997, sobreviveram a este fenómeno recente, enquanto que, aquelas áreas que não tinham sido previamente afectadas, foram severamente afectadas desta vez (Goreau *et al.*, 2000).

No Pacífico ocidental, as SSTs mantiveram-se acima do limiar, por até 5 meses em alguns lugares. Partes da Grande Barreira de Recife branquearam, com mortalidade de coral alcançando até 70–80%, em alguns locais (Goreau *et al.*, 2000) enquanto outros locais tiveram mortalidades de 17% ou menos (Wilkinson, 1998). Alguns recifes nas Filipinas, Papua Nova Guiné e Indonésia sofreram também, embora muitos recifes da Indonésia central sobreviveram, devido ao afloramento ('upwelling') de águas profundas e mais frias.

No norte do Atlântico e nas Caraíbas, o branqueamento atingiu o ponto máximo durante os meses de Agosto e

Setembro de 1998, com águas anormalmente quentes que duram 3–4 meses (Goreau *et al.*, 2000). Os danos subsequentes feitos pelos furacões em alguns locais podem ter aumentado a severidade deste impacto (Mumby, 1999). Os relatórios indicam que 60–80% das colónias foram afectadas, mas em muitos casos, o branqueamento foi seguido por uma recuperação substancial (Goreau *et al.*, 2000).

Esta visão geral do evento do branqueamento de 1998 sublinha quão variável pode ser em termos de extensão geográfica, severidade regional, e mesmo em falta de unidade numa escala pequena. A quantidade de branqueamento — versus a quantidade real de mortalidade — pode também ser altamente variável mesmo dentro de um único sistema de recife. Os exemplos das Caraíbas e do sul do Oceano Índico indicam o branqueamento extensivo pode às vezes ser seguido por uma recuperação significativa. Nós temos ainda muito a aprender sobre estes padrões de variabilidade e sobre a natureza do fenómeno de branqueamento. Seja como for, o nosso desafio aqui, é de usar o conhecimento existente da ecologia do recife de coral e das melhores práticas de gestão para desenvolver estratégias para maximizar recuperações bem sucedidas no futuro. Assim, nós devemos primeiramente considerar outras ameaças aos recifes de coral, de modo que podem ser considerados com relação ao branqueamento do coral.

# Outras Ameaças aos Recifes de Coral

O branqueamento devido à mudança do clima, não é a única ameaça para os recifes de coral. Os cientistas e gestores tem-se preocupado já há muitos anos em como o crescente stress, devido às actividades humanas vem contribuindo para o declínio dos recifes no mundo (Brown, 1987; Salvat, 1987; Wilkinson, 1993; Bryant *et al.*, 1998; Hodgson, 1999). As estimativas recentes indicam que 10% dos recifes de coral do mundo já estão degradados sem recuperação e outros 30% tem a probabilidade de sofrer um declínio significativo nos próximos 20 anos (Jameson *et al.*, 1995). A análise de 1998 sobre as *potenciais* ameaças aos recifes de coral devido a actividades humanas (desenvolvimento costeiro, exploração desenfreada e práticas destrutivas da pesca, poluição de águas interiores e erosão e poluição marinha) estimou que 27% dos recifes estão sob elevado risco e adicionalmente 31%, estão sob risco médio (Bryant *et al.*, 1998). Estas ameaças são na sua maioria, resultado do aumento no uso de recursos costeiros por uma população costeira em rápida expansão, aliado à falta de planeamento e gestão apropriadas.

Os recifes que estão sob influência das actividades humanas, podem ser mais susceptíveis ao branqueamento quando as 'Áreas de Calor' se desenvolvem, uma vez que corais enfraquecidos podem ter a falta capacidade de lidar com o stress adicional das elevadas temperaturas da superfície

do mar. Além disso, mesmo depois do retorno das SSTs ao normal, as condições de stress de origem humana, podem impedir o estabelecimento e o crescimento dos novos corais. Certamente, os recifes que tem estado expostos a persistentes perturbações humanas mostram frequentemente uma capacidade deficiente de recuperação (Brown, 1997). Por outro lado, um recife que não foi influenciado por actividades humanas, poderá ter uma possibilidade maior de recuperação, pois as condições ambientais estarão mais próximas das consideradas óptimas para o estabelecimento e o crescimento de corais.

Historicamente, os recifes de coral foram capazes de recuperar, de ocasionais perturbações naturais (P.e., furacões, eclosão de predadores, doenças). Presentemente, são as persistentes e crónicas perturbações causadas pelas actividades humanas, que são as mais prejudiciais. Isto sublinha a importância de remover todos os impactos humanos directos e negativos que nós pudermos, para dar aos recifes a melhor possibilidade de recuperação, face ao branqueamento. Tais impactos resultam de uma série de actividades, incluindo o seguinte:

- O desenvolvimento costeiro para o crescimento residencial, hoteleiro, industrial, portuário e de Marina que frequentemente envolve a remoção de terras e a

Pesca com dinamite, ainda ocorre em muitas partes do mundo, sistematicamente destruindo recifes.



Foto: Lida Pet-Soede

Lagoas e recifes planos são destruídos em esquemas de reclamação de terras, particularmente em ilhas onde o fornecimento da terra é insuficiente.



Foto: Susie Westmacott

Mau planeamento do desenvolvimento hoteleiro, como aqui nas Caraíbas, muitas vezes provoca a erosão e danos nos recifes.



Foto: Susie Westmacott

A eliminação de desperdícios e outras formas de poluição são uma ameaça principal para os recifes de coral.



Foto: Susie Westmacott

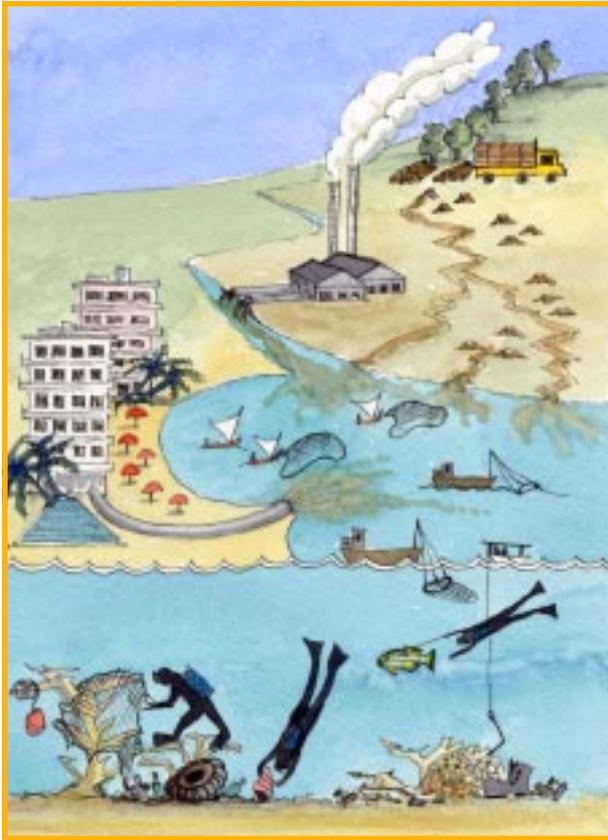


Ilustração: Virginia Westmacott

Várias ameaças aos recifes de coral devido a actividades humanas.

- dragagem. Isto pode aumentar a sedimentação (que reduz a luz e que 'sufoca' os corais) e causar os danos físicos directos aos recifes.
- A gestão insustentável de bacias adjacentes de drenagem e terras costeiras, incluindo a desflorestação, fraca agricultura e o outras práticas indevidas de uso da terra, conduz à eliminação de pesticidas (que podem envenenar organismos do recife), fertilizantes (que causam o enriquecimento em nutriente) e dos sedimentos.
- A exploração excessiva pode causar uma série de mudanças no recife. A pesca desenfreada das espécies que se alimentam de algas pode resultar no crescimento excessivo de algas; pesca desenfreada de espécies 'chave' que possuem um papel particular no ecossistema do recife pode resultar em explosões populacionais de outras espécies em outras partes da cadeia alimentar.
- As práticas destrutivas da pesca, tais como a pesca com dinamite e o uso de redes de cerco e de emalhe, podem causar extensivos danos físicos no recife e resultar na mortalidade de uma percentagem elevada de peixes

imaturos (i.e., a futura reserva de peixes adultos). O uso de cianeto e de outros venenos para capturar peixes de aquário, tem também um impacto negativo.

- A eliminação de desperdícios de fontes industriais e municipais conduz a níveis elevados de nutrientes e de toxinas no ambiente do recife. A descarga de esgotos directamente no oceano, causa o enriquecimento em nutriente e o crescimento excessivo de algas. Em particular, os desperdícios ricos em nutrientes provenientes dos despejos ou de outras fontes, são prejudiciais, pois causam uma mudança lenta, gradual contudo principal à estrutura do recife. As algas podem eventualmente dominar o recife com a exclusão dos corais (Done, 1992; Hughes, 1994).
- As actividades desenvolvidas por navios, podem causar impactos nos recifes através dos derramamentos de óleo e descargas do lastro do navio. Embora as consequências não sejam bem conhecidas, podem ser localmente significativas. Os danos físicos directos podem provir dos barcos que ancoram nos recifes e encalhamentos acidentais de navios.
- Numerosas outras actividades que ocorrem directamente nos recifes causam danos físicos aos corais e assim afectam a integridade estrutural do recife. Tais danos muitas das vezes, levam minutos a ocorrer, mas no entanto, são necessários anos para reparar. Para além das actividades acima mencionadas, tais danos podem ser causados pelas marchas sobre os corais das pessoas que recolhem conchas e outros organismos nos recifes planos ou em áreas rasas do recife, e por mergulhadores autónomos ou livres ('snorkellers') que ficam em pé, em cima dos corais ou que batem de encontro ao recife.

Felizmente, estas são ameaças que os gestores e as autoridades normativas têm o poder de reduzir ou controlar. Em muitos locais, os recifes de coral podem ser enfrentados por diversas destas ameaças, que podem operar ao mesmo tempo e com diferentes níveis de impacto. Assim, será importante analisar cuidadosamente a situação em cada local, de forma a estabelecer prioridades e desenvolver um plano de acção eficaz. Os gestores e as autoridades normativas devem identificar quais os impactos humanos que poderão ser reduzidos mais facilmente, e com melhor efeito positivo para o recife. Isto levará à avaliação da capacidade e do financiamento disponível e das estruturas de gestão existentes, como também, a análise da probabilidade de recuperação do recife, após o branqueamento ou outras formas de danificação, ambas no presente e no futuro. Assim, antes de começarmos a discutir sobre as opções estratégicas de gestão, precisamos primeiro, de considerar a perspectiva geral para os recifes de coral no futuro.

# O Que o Futuro Reserva Para os Recifes?

As principais perturbações nos recifes, sejam eles localizados ou globais no espaço, levantam questões sobre o futuro dos recifes de coral:

- Será que os recifes ir-se-ão recuperar após uma mortalidade em massa, e se sim, quando?
- Qual será o aspecto dos recifes no futuro? Terão o mesmo aspecto como anteriormente?
- O que podemos nós esperar da mudança global do clima?
- Será que esta perturbação acontecerá de novo?

Estas são perguntas difíceis, mas a investigação actual está a começar a dar algumas respostas.

## Resiliência do recife de coral

A resiliência do recife de coral é definida como a capacidade de uma colónia individual, ou um sistema de recife (incluindo todos os seus habitantes), em amortecer os impactos do ambiente e manter o potencial para a recuperação e o desenvolvimento adicional (Moberg e Folke, 1999). Parece que os impactos negativos severos ou prolongados podem progressivamente reduzir a resiliência a impactos subsequentes. Isto pode impedir a recuperação dos recifes de coral, que se segue à perturbação e pode conduzir a uma mudança do sistema dominado por coral para um sistema dominado por algas (Done, 1992; Hughes, 1994). A

investigação sobre a resiliência dos recifes e seus habitantes está ainda em decurso, como mesmo ainda menos se conhece sob os índices de recuperação das populações de espécies à excepção dos corais (McClanahan *et al.*, no prelo). Entretanto, um objectivo lógico para os gestores e autoridades normativas é de empregar princípios básicos do uso sustentável e da gestão apropriada a fim conservar a resiliência. Estas são medidas proactivas, para maximizar a recuperação depois da perturbação.

A história das perturbações num recife contribui para a sua estrutura actual porque os recifes são ecossistemas naturalmente dinâmicos. Durante a recuperação, as espécies interagem e mudam os seus níveis de abundância e papéis dentro da estrutura da comunidade. Como resultado, os recifes podem evoluir em comunidades que são substancialmente diferentes, daquelas existentes antes do branqueamento mas contudo continuando a ser ecossistemas diversos e bem desenvolvidos.

O retorno de um ecossistema de recife de coral ao estado funcional após a mortalidade massiva devido ao branqueamento, dependerá da reprodução e da recolonização bem sucedidas dos restantes corais e dos corais de populações exteriores que servirão de fonte (veja Done, 1994, 1995). Os corais reproduzem tanto sexualmente como assexualmente. A reprodução sexual envolve a fertilização de ovos de coral pelo esperma para dar forma às larvas de natação livre. As larvas são bem adaptadas à dispersão e, dependendo da espécie e das condições, podem semear no recife onde



Foto: Susie Westmacott



Foto: Ben Stobart

Corais juvenis que crescem em área de coral morto num recife danificado (à esquerda Bonaire, Caraíbas; à direita Seychelles).

originaram, recifes próximos, ou em recifes situados a centenas de quilómetros afastados (Richmond, 1997). A dispersão requer correntes oceanografias apropriadas para semear recifes que se encontram a favor da corrente e é essencial para a manutenção da diversidade genética entre as populações de corais e recifes de coral.

O recrutamento é o processo pelo qual os corais juvenis (conhecidos como recrutas) passam pelo estabelecimento larval e metamorfose para se tornarem parte da população adulta e da comunidade do recife. As larvas de coral estabelecem-se fora da coluna da água num substrato apropriado; a presença de substrato apropriado é crítica para o sucesso do recrutamento. Os locais para bom estabelecimento devem possuir as seguintes características (Richmond, 1997):

- Tipo de fundo estável – o substrato não deve ser composto de sedimentos soltos ou material não consolidado.
- O movimento da água no local do estabelecimento deve ser no mínimo calmo, embora sob determinadas condições e o movimento elevado da água pode incentivar o crescimento.
- A salinidade deve geralmente estar acima dos 32 ‰ e abaixo dos 38–40 ‰.
- Fonte de luz para os zooxanthellae poderem fotossintetizar.
- Uma sedimentação limitada na coluna da água (idealmente água transparente) para reduzir as possibilidades de asfixia e para a transmissão adequada da luz.
- A ausência de macroalgas (algas grandes ao contrário das algas diminutas) que competiriam pelo espaço com os corais e impediriam o estabelecimento das larvas.

Uma vez estabelecido, o coral tem que competir com outros organismos de rápido crescimento, tais como as algas e os invertebrados encrustantes e evitar a predação por peixes que se alimentam de coral. O insucesso na reprodução (como por exemplo, se todos os corais sexualmente maduros num recife morrerem devido ao branqueamento) e do recrutamento localizado provavelmente retardará a recuperação dos recifes severamente danificados (Richmond, 1997). No entanto, a cobertura de coral pode eventualmente ser restituída através da reprodução assexual.

A reprodução assexual ocorre quando os fragmentos de coral se desligam da colónia mãe, geralmente devido ao impacto físico da acção das ondas ou da ondulação provocada pelas tempestades. Os fragmentos são muito vulneráveis aos

danos físicos e podem facilmente perder a sua camada fina de tecido vivo se movimentados de encontro ao fundo, pelo movimento da água. Entretanto, se o fragmento se depositar num substrato apropriado, pode restabelecer-se e desenvolver uma nova colónia.

Num recife onde a maioria dos corais morreu, mas que tenha retido a sua estrutura, pode ainda fornecer um substrato estável e apropriado para recrutas de coral e fragmentos para se estabelecerem e crescer. Assim, a manutenção de corais mortos é ainda importante. Os corais mortos são vulneráveis aos organismos perfuradores que enfraquecem a estrutura do recife. As ondas ou ondulações provocadas pelas tempestades podem causar grandes danos nos recifes que estão neste estado, transformando uma estrutura que era complexa, num campo de calhaus não apropriado para o estabelecimento do coral. Entretanto, as algas coralinas vermelhas podem ajudar a cimentar o recife, reduzindo a ruptura e fornecendo um substrato adequado para o estabelecimento das larvas.

## A mudança global do clima e os recifes de coral

Há 200 milhões de anos atrás, os recifes adaptaram-se a numerosas mudanças; entretanto, durante a maior parte deste período, não existia nenhuma pressão humana. Os recifes encontram-se face a uma combinação de ameaças de exploração excessiva, de poluição e em especial, da mudança global do clima. Todas estas ameaças estão aumentando, e as actividades humanas estão a causar a aceleração da mudança global do clima a níveis de taxas, que poderão tornar difícil para a adaptação dos recifes de coral.

A mudança global do clima é provável de causar seis principais impactos nos recifes de coral:

### 1. Subida do nível do mar

A maioria dos recifes de coral sem stress, devem ser capazes de manter-se com a subida prevista do nível do mar, estimada em 50 cm para o ano de 2100 (Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima, 1995). Os recifes planos que são expostos em água rasa, que limita o seu crescimento ascendente, podem beneficiar-se de tal subida. Entretanto, os corais enfraquecidos pelo aumento da temperatura ou outros factores (veja abaixo) podem ser incapazes de crescer e construir os seus esqueletos em taxas 'normais'. Se assim for, as ilhas que

Os recifes de coral prosperam sob condições climáticas ocorridas, de temperatura, UV e padrões actuais.



Ilustração: Virginia Westmacott

As temperaturas de superfície do mar elevadas, tempestades, dióxido de carbono e níveis UV, como também, mudança dos padrões actuais, resultantes do aquecimento global ameaçam agora os recifes de coral.



Ilustração: Virginia Westmacott

se encontram não muito acima do nível do mar, não terão por muito mais tempo, protecção da energia das ondas e ondulação provocada pelas tempestades, que os recifes de coral na sua proximidade fornecem actualmente. Isto é do interesse principal para as nações tais como, as Maldivas no Oceano Índico, e as ilhas Kiribati e Marshall no Oceano Pacífico, onde as zonas terrestres têm alturas médias, de menos de 3 metros acima do nível do mar.

## 2. Aumento da temperatura

No ano 2100, esperam-se aumentos de 1–2°C na temperatura do mar (Bijlsma *et al.*, 1995). Muitas áreas nos trópicos, têm visto já um aumento de 0.5 °C nas últimas duas décadas (Strong *et al.*, 2000). Embora estas sejam aparentemente pequenas mudanças, indicam um aumento da probabilidade de que, durante os períodos mais quentes das flutuações sazonais normais, as temperaturas excederão os níveis de tolerância para a maioria das espécies de coral. Isto conduziria ao aumento da frequência do branqueamento (Hoegh-Guldberg, 1999). Um aumento na temperatura, pode significar que as áreas que se encontram actualmente fora da distribuição dos recifes de coral, tornar-se-ão apropriadas para o crescimento de coral, tendo como resultado uma mudança na distribuição geográfica das populações edificadoras do recife. Entretanto, será necessário algum tempo até que isto se confirme; e se provar-se verdadeiro, outros factores ambientais em latitudes mais elevadas, poderá não ser conducente para o crescimento do recife. Para além disso, as SSTs elevadas afectam a sensibilidade das zooxanthellae, de tal forma que, a luz que é essencial para a fotossíntese causa danos nas células (Hoegh-Guldberg, 1999). Os corais podem então, tornar-se mais vulneráveis aos elevados níveis de radiação UV devido à redução da camada de ozono.

## 3. Reduzidas taxas de calcificação

As emissões globais de gases de estufa, levantaram as concentrações de dióxido de carbono na atmosfera e nos oceanos para um nível, que gradualmente poderá reduzir a capacidade dos recifes de coral de crescer através dos processos normais de calcificação. As elevadas concentrações de dióxido de carbono aumentam a acidez da água, que por sua vez, reduz as taxas de calcificação dos corais. Prevê-se que as taxas de calcificação possam ser reduzidas para uma estimativa de 14–30% no ano de 2050 (Hoegh-Guldberg, 1999). Isto reduzirá a capacidade dos recifes de recuperar de eventos tais como o

branqueamento do coral, como também, comprometer a sua capacidade de manter o ritmo com a subida do nível do mar e mudanças ecológicas.

## 4. Alterados padrões de circulação no oceano

Se as mudanças nos padrões de circulação do oceano em grande escala se desenvolverem, poderiam alterar a dispersão e o transporte das larvas de coral (Wilkinson e Buddemeier, 1994). Isto poderá ter impactos no desenvolvimento e na distribuição dos recifes no mundo inteiro.

## 5. Aumento da frequência de severos fenómenos do tempo

As alterações dos padrões atmosféricos anuais, poderão resultar em mudanças na frequência e na intensidade das tempestades e dos ciclones, como também mudar os padrões de precipitação. O aumento das tempestades, poderá causar um aumento de danos não somente nos recifes de coral, como também nas comunidades costeiras.

Se as tendências continuarem como previsto, o branqueamento do coral será uma característica regular, nos próximos 30–50 anos (Hoegh-Guldberg, 1999). O aumento da frequência de branqueamento irá forçar os corais a adaptarem-se. A adaptação pode ocorrer de duas maneiras:

- A fisiologia dos corais poderá mudar para se tornar mais tolerante a temperaturas mais altas.
- Poderá verificar-se uma mortalidade das populações ou espécies de corais e zooxanthellae que são incapazes de lidar com temperaturas mais altas – e estas espécies menos tolerantes irão desaparecer (Warner *et al.*, 1996; Hoegh-Guldberg, 1999).

Informação adicional sobre os potenciais cenários de adaptação é dada por Hoegh-Guldberg (1999).

Os recifes no seu todo, entretanto, são ecossistemas duráveis, como evidenciado pelo passado historial geológico. As principais perturbações no passado resultaram no desaparecimento de várias espécies de coral, mas outras sobreviveram e evoluíram em novas espécies. As estruturas de corais fósseis são frequentemente visíveis nos penhascos, às vezes muito longe da costa. Os recifes submeteram-se assim a imensas mudanças em estrutura e composição com o passar do tempo, enquanto mantendo-se reconhecíveis como recifes (Veron, 1995). Consequentemente, a gestão cuidadosa dos recifes – mesmo daqueles que foram danificados severamente – é de extrema valia, pois bem poderá virar disputa, a favor da persistência daqueles sistemas de longa vida.

# Porquê Gerir os Recifes Danificados?

Os gestores e os outros grupos interessados da sociedade, já estão fazendo perguntas sobre como lidar com recifes branqueados e danificados, tais como:

- Que acções devem eles tomar para ajudar e acelerar a recuperação do recife seguida de eventos de mortalidade relacionados com o branqueamento?
- Como podem eles convencer as autoridades normativas e agências governamentais da importância em manter os parques marinhos e esforços de conservação, face aos recifes degradados pelo branqueamento?

- Deverão eles investir no que poderão ser projectos caros e arriscados de reabilitação de recifes?
- Que impactos sócio-económicos terá o branqueamento e como podem tais impactos ser mitigados?
- O que pode ser feito em preparação para os casos de branqueamento no futuro?

Como descrito em secções anteriores, os recifes danificados têm o potencial de se recuperarem. Os recifes de coral foram danificados no passado por furacões, tempestades e



Um recife “com saúde” pode suportar uma variedade de peixes recifais – peixes cocoroca (*Haemulon flavolineatum*) nas Turks e Caicos, Caraíbas.

Foto: Edmund Green

## Quadro 1. A recuperação que se segue à explosão populacional da estrela-do-mar coroa de espinhos.

A estrela-do-mar coroa de espinhos (COTS) (*Acanthaster planci*) devastou grandes áreas do Grande Recife de Barreira (GBR) na Austrália, como também, em outros recifes no Pacífico. O primeiro registo de uma explosão populacional de COTS (milhares a dezenas de milhares) data por volta dos anos 1950, quando um grande número de estrelas-do-mar foi observado nas ilhas Ryukyu, no Japão. Pouco tempo depois, nos princípios dos anos 1960, outras explosões populacionais foram registadas na Ilha Verde e em diversas áreas próximas na GBR. Quando as explosões populacionais de COTS começaram a ocorrer mais para sul, nos recifes próximos a Townsville, 10 anos mais tarde, a parte do norte da GBR já estava em franca recuperação. Temia-se que a estrutura do Recife estaria totalmente destruída, expondo a costa norte de Queensland a elevados níveis da acção das ondas e da erosão. Isto não aconteceu. Enquanto as explosões populacionais de COTS podem destruir alguns corais individuais, podem não ter destruído o próprio Recife. Durante a última explosão, nos últimos anos de 1970 e 1980, as estrelas-do-mar afectaram aproximadamente 17% dos 2900 recifes que compõem a GBR. Desses, somente 5% dos recifes foram classificados como tendo sofrido explosões severas.

Os subsequentes estudos conduzidos na GBR e em Guam indicaram que a cobertura de coral levou de 12 a 15 anos a voltar aos níveis de antes da explosão. Embora a cobertura de coral tenha retomado após este período, a composição das comunidades do coral tinha mudado, e nos recifes encontram-se agora, na sua maioria, espécies de crescimento rápido, tais como os corais ramificados (P.e., *Acropora*) e os corais tabulares. Espera-se que, a recuperação da composição específica e diversidade originais, leve muito mais tempo porque a restituição dos corais massivos de crescimento lento e vida longa (p.e., *Porites*) levará até 500 anos para os indivíduos grandes. No entanto, a recuperação completa ocorrerá eventualmente, se não houver mais nenhuma perturbação adicional.

Fonte: Bradbury e Seymour (1997), CRC Investigação Recifal (1997) e Moran (1997).

Estrela-do-mar coroa de espinhos.

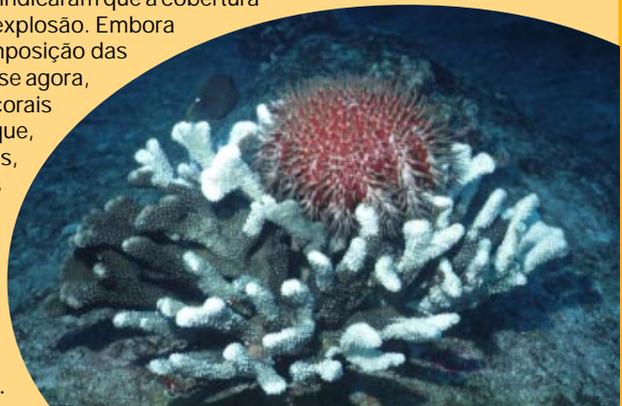


Foto: Edmund Green

## Quadro 2. A recuperação do recife de coral na Baía de Kaneohe, Hawaii.

A Baía de Kaneohe, no Hawaii, é um bom exemplo da resiliência do sistema do recife, que suportou impactos humanos persistentes. Demonstrou-se uma vez que, a fonte primária de perturbação é reduzida, a recuperação é possível. O aumento da erosão do solo, a sedimentação, a dragagem do recife, a canalização das torrentes e das descargas dos despejos, ocorreram nos anos 1940 até aos anos de 1970. Uma série de impactos, incluindo as cheias de águas interiores e o escoamento da erosão e das mudanças de origem humana influenciadas pelo uso da terra, danificou os recifes de coral da Baía.

Após 25 anos de descarga, duas grandes desembocaduras de despejos foram desviados da Baía em 1977 e em 1978. Houve uma mudança correspondente do fundo do mar dominado pela 'alga bolha verde' (*Dictyosphaeria cavernosa*) e pelos filtradores ou depósito-alimentadores, para um habitat que se aproxima aos 'jardins de corais' descritos pelos anteriores visitantes. A cobertura de coral foi mais do que duplicada nos 15 anos seguintes. Embora a recuperação tenha sido desde então retardada, o caso da Baía de Kaneohe ilustra como também um recife pode recuperar, uma vez que o stress antropogénico é reduzido.

Fonte: Hunter e Evans (1995).

actividades humanas, mas recuperaram uma vez que o impacto cessou ou foi reduzido. Esta resiliência foi tornada feliz uma vez que muitos povos dependem dos recifes para sua subsistência. A economia das Maldivas, por exemplo, foi tradicionalmente baseada nas pescas e no turismo, ambos directamente ligados aos recifes, que foram afectados severamente pelo branqueamento. Assim, há boas razões para continuar com os esforços de gestão, de forma a:

- Assegurar condições óptimas para a recuperação do recife
- Assegurar a sustentabilidade das pescas no recife
- Assegurar a continuação da indústria do turismo.

A recuperação do recife variará de recife para recife, de acordo com o conjunto único de condições em cada local. Sob condições apropriadas, os recifes podem ser capazes de voltar a ser comunidades prósperas e diversas, fornecendo benefícios directos em termos das pescas, do turismo e da recreação e benefícios indirectos, tais como na protecção costeira e na investigação científica (veja o Quadro 1).

A gestão cuidadosa pode ajudar, tanto como reduzindo impactos negativos, como os que ocorreram na baía de Kaneohe no Havai (veja o Quadro 2), ou como melhorando as condições para a recuperação. A recuperação ocorrerá somente se os 'stresses' adicionais da actividade humana puderem ser limitados. As condições óptimas para maximizar a recuperação do ecossistema do recife incluem:

- Uma superfície submersa sólida e livre de algas, onde as larvas de corais podem se estabelecer e crescer; quando

os corais morrem durante um evento de branqueamento, a rocha que deixam é potencial substrato para os novos recrutas.

- Uma área livre da pesca excessiva, sedimentação, poluentes, fertilizantes, de despejos não tratados e de quaisquer outras fontes que podem impedir o crescimento e afectar a sobrevivência dos corais recrutas; boa qualidade da água e a diminuição dos impactos físicos facilitarão o recrutamento do coral e o crescimento.
- A existência de corais sexualmente maduros na área, para fornecer novas larvas; a capacidade dos recifes não afectados, distantes dum recife afectado, de fornecer larvas dependerá das correntes oceânicas apropriadas e da saúde dos recifes-fonte. Todos os restantes corais locais serão também uma fonte valiosa de larvas para a área.
- Protecção da pesca excessiva a fim de manter uma população saudável de peixes; os peixes herbívoros alimentar-se-ão de algas corpulentas e manter o coral morto disponível como substrato para a colonização de coral.

Estas condições podem ser maximizados através do planeamento e da gestão cuidadosa. Usando a informação base por nós já revista, estamos em condições de discutir estratégias de conservação do recife no contexto de áreas protegidas marinhas, pescas, turismo, e da gestão costeira integrada.

# Áreas Protegidas Marinhas e Recifes Danificados

Apesar da mortalidade que se seguiu após alguns eventos de branqueamento, particularmente aquele de 1998, nunca houve uma eliminação total de todos os corais vivos em alguma área. Mesmo nos casos mais severos, colónias dispersas e pequenos trechos de recife sobreviveram. Além disso, os novos corais recrutados são observados frequentemente um ano após o evento. Isto fornece um ponto de partida para a recuperação do recife e uma esperança para o futuro.

## O papel das áreas protegidas marinhas

As áreas protegidas marinhas (MPAs) podem jogar um papel cada vez mais importante na conservação e na gestão do recife, no futuro:

- Protegendo áreas do recife não danificado que serão fontes de larvas, e assim fundamentais em contribuir na recuperação.
- Protegendo áreas que tenham uma vulnerabilidade baixa a futuras 'Áreas de Calor' devido, por exemplo, à água fria do afloramento.
- Protegendo áreas que estão livres do impacto antropogénico e que tenham um substrato apropriado para estabelecimento do coral e o novo crescimento.
- Assegurando que os recifes continuem a sustentar as necessidades das comunidades locais, que delas dependem.

As áreas em que os corais conseguiram sobreviver a um evento de água quente, serão de importância chave para o fornecimento de larvas de coral, para reabastecer as áreas degradadas. Os recifes que têm o potencial de fornecer larvas são frequentemente conhecidos como recifes *fonte*, em contraste com os recifes que recebem larvas através das correntes oceânicas e muitas vezes, referidos como recifes *depósitos*. Alguns recifes podem ser *depósitos* uma vez num ano e *fontes* numa altura diferente, especialmente onde as correntes das monções invertem a marcha em estações diferentes.

Os recifes fonte precisam de estar 'contra a corrente' dos recifes danificados, se é que as correntes oceânicas jogam um papel no transporte larval e na recuperação do recife. Bolsas de coral vivo num recife danificado podem também agir como fontes de larvas de coral. Estes corais podem ter sobrevivido

porque se encontravam no recife mais profundo onde as temperaturas de água variaram menos; em lagoas, onde podem estar habituados a grandes flutuações diárias da temperatura; ou protegidos por fenómenos oceanográficos específicos, tais como afloramento de águas profundas frias. Estas fontes potenciais de larvas precisam de ser identificadas, adequadamente geridas e protegidas de danos adicionais, particularmente quando são de origem humana, a fim de promover a recuperação e impulsionar a resiliência das colónias individuais de coral e do sistema recifal como um todo.

Diversos factores determinam se um recife é uma boa fonte de larvas de coral:

- A presença das grandes colónias de corais podem produzir um grande número de larvas.
- Alta diversidade de corais que pode aumentar a possibilidade de colonização rápida pelas espécies oportunistas de crescimento rápido, e mais tarde, pelas espécies de crescimento lento.
- Uma presença mínima de impactos humanos no recife, de maneira que a possibilidade de reprodução do coral e a sobrevivência larval seja maximizada.
- A presença da água do afloramento, que ajudará no transporte e na sobrevivência das larvas de coral.
- A presença de vento prevalecente e das correntes oceânicas que fluem através do recife fonte e em direcção ao recife degradado (depósito).

## Acções de gestão

### 1. Identificar áreas do recife com menor grau de danificação e rever esquemas de zonação e limites.

Os estudos dos recifes nas MPAs devem ser realizados com urgência, para identificar aqueles que são saudáveis e que poderão contribuir para a recuperação da área total. Onde estes locais são protegidos inadequadamente, considerações devem ser feitas, para rever o esquema de zonação e/ou o limite total do MPA. Pode ser que seja necessário criar novas zonas ou alterar o limite do MPA, contanto que, a legislação assim o permita. Pode ser também necessário, criar inteiramente novas áreas protegidas para os recifes saudáveis que não estão actualmente dentro das MPAs, pelo menos temporariamente até que, as próximas áreas degradadas

Áreas de coral vivo agirão como fonte de larvas para áreas afectadas pelo branqueamento.



Ilustração: Virginia Westmccot



O Parque Marinho Ste Anne nas Seychelles é uma das muitas áreas protegidas marinhas que sofreu do evento de branqueamento de 1998.

Foto: Susie Westmacott.

### Quadro 3. O efeito do branqueamento do coral em áreas protegidas marinhas nas Seychelles.

A branqueamento do coral teve um impacto drástico nas MPAs nas Seychelles, e a cobertura de coral vivo foi reduzida em menos de 10%, na maioria dos recifes ao redor das ilhas internas (Turner *et al.*, 2000b). Actualmente, o financiamento para a gestão do parque, depende inteiramente dos níveis de entrada dos visitantes e, se os números de visitantes decaírem, a receita para a Autoridade Marinha dos Parques declinará.

O número de visitantes ao Parque Marinho de Ste Anne e ao Parque Marinho de Curieuse têm diminuído desde 1996 (i.e., desde de antes do evento do branqueamento). A Autoridade Marinha dos Parques está procurando agora novas atracções para os visitantes, a fim de assegurar receita suficiente para manter os Parques. Os centros de visita estão sendo planeados, tanques para a criação de tartarugas gigantes de Aldabra estão sendo construídos e áreas para piqueniques estão sendo melhoradas. Para além disso, as actividades terrestres nas MPAs – actividades tais como excursões a pé e observação de pássaros - estão sendo expandidas. Alguma recuperação dos recifes está ocorrendo, mas a gestão eficaz dos parques, será essencial a este processo contínuo.

Fonte: Westmacott and Lawton (2000)

se recuperem. Assim, uma aproximação flexível à zonação e regulamentos serão necessários durante o período de recuperação.

## 2. Assegurar de que as MPAs estão sendo eficazmente controladas.

Os recifes danificados dentro de MPAs são prováveis de se recuperar rapidamente, se forem bem geridos e não sujeitos aos stresses adicionais tais como visitas de turistas em massa. Um número de orientações e de manuais de gestão estão disponíveis para lidar com este tipo de situações (P.e., Kelleher, 1999; Salm e Clark, 2000). Presentemente, cursos de treinamento para gestores de MPA estão também extensamente disponíveis, e os programas de reforço institucional estão sendo desenvolvidos em muitas áreas (P.e. no Oceano Índico ocidental (Francis *et al.*, 1999). A participação da comunidade aumentará extremamente a eficácia e o sucesso da gestão de MPAs (Walters *et al.*, 1998), como também a incorporação de MPAs na estrutura da gestão costeira integrada (ICM). Os gestores de MPAs devem ser envolvidos no planeamento e na execução do ICM, para promover as necessidades dos recifes de coral e para incentivar a criação de condições que conduzirão à recuperação do recife. Os recifes de coral danificados afectam o número de visitantes a uma MPA, como também, a subsistência daqueles que dependem do MPA para o emprego, tais como os naturalistas, os guias, e a equipa de funcionários do parque (veja o Quadro 3). Se o MPA for dependente dos visitantes para o rendimento, este aspecto de gestão necessitará de ser revisto e o potencial para a promoção de atracções, à excepção dos recifes de coral, deverá ser avaliado.

## 3. Desenvolver uma aproximação mais estratégica ao estabelecimento de sistemas de MPA.

Para o desenvolvimento de sistemas nacionais e regionais de MPA, uma aproximação mais estratégica pode ser requerida para se tomar em conta os recifes-*fonte* e recifes-*depósito* e os padrões de dispersão das larvas de coral. A investigação sobre os padrões actuais de dispersão larval serão úteis; no entanto, padrões actuais desfavoráveis de dispersão para longas distâncias não devem excluir o estabelecimento de uma área protegida, que servirá de recife *fonte* para sua própria renovação e para a dispersão localizada (Roberts, 1998). Porque a dispersão das larvas de coral ocorre através dos limites nacionais e políticos, a cooperação regional e internacional será essencial. A questão da dispersão larval 'transfronteira' é tão importante quanto as questões da poluição marinha e das pescas transfronteiras, ambas abrangidas por acordos regionais e internacionais.

Outra consideração estratégica importante é o conceito da 'aposta limitada' contra a probabilidade do branqueamento, através do estabelecimento de sistemas, que cobrem uma larga propagação geográfica e uma ampla variedade de tipos de recifes. Se um sistema de MPA incluir uma propagação geográfica larga, então as probabilidades serão boas para que pelo menos, alguns recifes saudáveis e bem protegidos possam sobreviver se as 'Áreas de Calor' se tornarem imprevisíveis pela região. Pela mesma razão, é também muito importante para os sistemas de MPA incluir todos os tipos de habitats, através do perfil do recife (i.e. recifes planos, inclinação do recife, lagoas, canais de lagoa).

# As Pescas e o Branqueamento do Coral

Os recifes de coral suportam uma ampla escala de pescarias valiosas, incluindo ambas as espécies de peixes e invertebrados. A utilização por seres humanos podem ocorrer em grande escala comercial ou numa pequena escala artesanal. A finalidade primária de algumas pescarias, pode ser para a obtenção de alimento, enquanto que outras pescarias podem envolver a colecta de material para o artesanato e os comércios de aquário. Todos estes empreendimentos podem ser potencialmente afectados pelo branqueamento do coral. Enquanto a maioria da investigação das pescas até à data, focalizaram nos peixes comestíveis, não obstante, nós poderemos usar a teoria actual para reduzir os impactos potenciais do branqueamento do coral da degradação do recife, nas pescas em recifes no geral. Após uma revisão da teoria básica das pescas, nós empregaremos o princípio de precaução para fazer algumas recomendações gerais.

O impacto do branqueamento do coral, numa pescaria pode seguir as teorias geralmente aceites em interacções entre habitat e os peixes nos recifes de coral (Pet-Soede, 2000). Aparte da própria exploração, diversos factores contribuem para a composição das comunidades de peixes num recife, todos os quais relacionados com a estrutura física e complexidade do próprio recife.

Primeiramente, a competição para o alimento é um factor importante que determina a diversidade e a abundância dos peixes. Num recife saudável, a diversidade e a abundância de alimento são elevadas e isto tem um efeito directo e positivo na diversidade e na abundância dos peixes (Robertson e Gaines, 1986). Num recife degradado, o coral morto é logo coberto por algas que são comidas por herbívoros, tais como, o peixe papagaio (*Scarus spp.*), e a população de tal espécie pode aumentar. Um pasto intensivo por estas espécies danifica às vezes a estrutura do recife, causando a erosão dos esqueletos

As ligações entre a saúde do recife e a diversidade e a abundância dos peixes.



O coral vivo (à esquerda) fornece um habitat apropriado para uma comunidade de peixes diversa e abundante ao contrário de um recife degradado (à direita).



Ilustração: Virginia Westmacott

dos corais, mas mantêm também o crescimento de algas sob controle. Também, o aumento nas populações destes peixes comercialmente valiosos pode trazer um benefício económico.

Em segundo, o recife fornece um ambiente apropriado para actividades reprodutivas e o estabelecimento larval dos peixes, e estes por sua vez, determinarão a estrutura da comunidade adulta (Medley *et al.*, 1983; Eckert, 1987; Lewis, 1987). Uma estrutura complexa saudável do recife, maximiza a variedade e os números de locais para a reprodução bem sucedida.

Finalmente, o recife fornece abrigo e protecção dos predadores, particularmente para as pequenas espécies de peixes, e isto afecta os seus padrões de sobrevivência e abundância como adultos (Eggleston, 1995). No seu todo, a saúde do recife tem um efeito positivo em todos os três destes factores (alimento, reprodução e abrigo), e estes realçam por sua vez a diversidade e a abundância dos peixes.

## Como as pescas podem mudar em recifes danificados?

A investigação actual sugere que o branqueamento do coral não tem nenhum efeito imediato nas capturas de peixes (Quadro 4). Isto é, em parte devido ao facto de que as comunidades de peixes no recife, são lentas a responder à mudança ambiental, e em parte, porque poucas pescas dependem de um único trecho do recife de coral. A mortalidade do coral seguida ao branqueamento, entretanto, afectará eventualmente uma pescaria à medida que a estrutura do recife se degrada, e existem um número de possíveis verificações (Pet-Soede, 2000):

- Onde não há nenhuma morte de coral, e tenha sido o branqueamento localizado ou extensivo, é improvável, que haja alguma mudança na pescaria, seja na composição das capturas ou nos índices de captura.
- Onde o branqueamento é localizado e a mortalidade do coral é baixa, podem haver mudanças localizadas na estrutura da comunidade dos peixes de recife, particularmente se as espécies particulares de corais são afectadas. O declínio resultante na diversidade do coral e na complexidade do habitat pode afectar a composição das capturas e os índices de capturas.
- Onde o branqueamento é extensivo e resulta na mortalidade em massa do coral, poderá haver mudanças



No Kenya, "dhows" são típicas embarcações de pesca para os pescadores locais cujo meio de sustento depende da saúde dos recifes.

Foto: Krislian Teleki

#### Quadro 4. O impacto do branqueamento nas pescas no recife no Kenya.

Desde do evento branqueamento de 1998, tem se verificado poucos efeitos significativos na biomassa e composição das capturas das pescas no recife, tanto nas MPAs como nas áreas não protegidas no Kenya. O declínio gradual na abundância total do peixe, observado desde que a monitoria começou em 1995, é devido a outros impactos de origem humana e não foi acelerado pelo branqueamento e pela mortalidade do coral. Uma exceção possível é o aumento observado dos peixes cirurgiões que foi observado em algumas MPAs. Isto foi provavelmente uma resposta de curto prazo ao aumento na cobertura de algas. No entanto, o efeito do evento de branqueamento pode apenas tornar-se evidente, quando ocorrer um aumento na erosão e na perda da estrutura tridimensional do recife, que se espera que ocorra nos próximos 2 a 10 anos. De facto, no momento da escrita deste documento, observações estavam a sugerir que as populações de peixes Cirurgiões, estavam já em declínio.

Fonte: McClanahan e Pet-Soede (2000).

significativas na pescaria, com as mudanças a longo prazo, relacionadas com a perda da complexidade do habitat e diversidade através da erosão do coral morto. Espécies que se alimentam de corais, tais como, os peixes borboleta, e aqueles que usam especificamente corais para o abrigo, tal como alguns peixes donzela, seria de esperar que declinassem primeiramente. No entanto, tem já havido alguns relatórios que sugerem que, as primeiras mudanças podem estar na abundância dos que se alimentam de algas, tais como o peixe papagaio, e o peixe cirurgião, em consequência das algas que crescem sobre os corais mortos (Goreau *et al.*, 2000; McClanahan e Pet-Soede, 2000) (veja o Quadro 4).

- um potencial impacto adicional, ainda não confirmado, é que o branqueamento do coral poderá conduzir ao aumento no envenenamento por ciguatera. As toxinas de ciguatera são produzidas por células microscópicas unicelulares (dinoflagelados) que crescem especialmente na superfície de algas de recife grandes e corpulentas. Quando os peixes pastam nas algas, as toxinas podem concentrar-se nos seus corpos e causar o envenenamento nos seres humanos. O fenómeno parece estar ligado a perturbações no ecossistemas de recife de coral, talvez devido ao aumento do sobre crescimento pelas algas grandes (UNEP, 1999a; Quod *et al.*, 2000).

As mudanças num recife em consequência da mortalidade do coral, podem afectar o rendimento dos peixes, o tipo de pescaria, e a distribuição espacial do esforço de pesca:

- Os rendimentos máximos podem ser reduzidos com uma redução no alimento e no ambiente apropriado para a reprodução e o abrigo dos peixes. As consequências disto, podem variar de acordo com o tipo de pescaria:
  - Numa pescaria que está inteiramente dependente dos peixes do recife, as capturas podem diminuir, e a composição das capturas pode mudar para espécies herbívoras. Estes peixes tem frequentemente, valores mais baixos no mercado, que pode conduzir a uma redução no rendimento para os pescadores. As comunidades pesqueiras com poucas fontes de renda alternativa, podem ter a dificuldade de sustentar a sua subsistência.
  - A pescaria que tem como alvo, os peixes grandes de livre-natação que procuram o alimento perto dos recifes, pode também realizar capturas baixas, se essas espécies se deslocarem para áreas menos degradadas para capturar as suas presas.
  - A pescaria que tem como alvo espécies menores de livre-natação, e que ocupam uma área do recife ou uma lagoa durante determinadas fases no seu estágio



Foto: Kristian Teleki

Comunidades locais dependentes das pescarias nos recifes, tais como esta empresa de peixe seco nas Seychelles, poderá necessitar em procurar alternativas de sustento se os recifes danificados afectarem a sua fonte de rendimento.

de vida, pode também realizar capturas mais baixas quando os recifes desaparecem.

- Pescarias multi-específicas e de múltiplas artes, que são comuns no Oceano Índico e em outras áreas do recife, são provavelmente flexíveis o suficiente, para adaptarem-se às mudanças na reserva de peixes e na sua base do recurso. O relativo longo período sobre o qual, mudanças na reserva de peixes ocorra, facilita a adaptação.

Mudanças na estrutura do recife poderiam incentivar o uso de métodos da pesca prejudiciais, tais como o arrasto, que foram excluídos previamente, por causa dos danos que o recife faria ao arrastão.

Mudanças espaciais nas características do habitat do recife podem requer pescarias para mover o seu esforço de pesca para outras áreas, para determinadas espécies-alvo.

## Ações de gestão

Mesmo na ausência do branqueamento, a gestão sustentável das pescas é uma tarefa desafiadora, porque um grande número de povos estão envolvidos, muitos com nenhuma outra fonte de renda ou de proteína. Muitas comunidades locais terão poucas subsistências alternativas e pouco potencial para a adaptação a estas novas condições. O crescente entendimento, a cooperação e um sentimento de posse nas comunidades locais, serão criticamente importantes. Enquanto a incerteza existe sobre os efeitos reais do branqueamento do coral nas pescas, uma abordagem de precaução pode ser feita, dando atenção específica às seguintes acções:

1. **Estabelecendo zonas de não pesca e limitações nas artes de pesca** para proteger as áreas de produção e fornecer aos peixes com um refúgio.
2. **Considerando medidas específicas de protecção para:**
  - Os peixes que se alimentam de algas, tais como o peixe papagaio e o peixe cirurgião, que provavelmente jogam um papel chave em manter o substrato apropriado para o estabelecimento de larvas de coral.
  - Os peixes coralívoros, tais como os peixes borboleta e peixes donzela capturados para o comércio de aquário, que podem estar a diminuir em número, porque os seus habitats preferidos e fonte de alimento estão diminuindo. Consideração poderia ser dada, para implementar uma moratória na colecta de algumas destas espécies nos recifes danificados pelo branqueamento, até que recuperação do recife esteja em plena marcha.
3. **Reforçando a legislação na proibição de práticas destrutivas da pesca** (P.e., pesca com dinamite, rede de cerco e de emalhe, uso de cianeto e outros venenos) que danificariam ainda mais os recifes.
4. **Monitorando a composição das capturas e o tamanho** para avaliar o sucesso das estratégias de gestão e para implementar novas estratégias, se necessário.
5. **Desenvolvendo meios de subsistência alternativa para as comunidades de pesca, à medida do necessário.**
6. **Limitando a entrada de novos pescadores novos à pescaria através de esquemas de licenciamento.**
7. **Regulando a colecta de organismos do recife de coral para o artesanato e o comércio para aquário.** A legislação que regula estas actividades existe em muitos países e deve ser reforçada. CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção) ajuda a controlar o comércio internacional requerendo licenças para a exportação de todos os corais duros e de algumas conchas (P.e. moluscos gigantes). Os países que são as Partes à CITES devem implementar as suas obrigações.

# Turismo e o Branqueamento de Coral

Os mergulhos autónomo e livre vieram imediatamente ao pensamento como turismo relacionado ao recife, mas as áreas do recife são também valiosas para o turismo de praia, navios de cruzeiro, desporto de iates, pesca e outros desportos de águas. Com as mudanças nos recifes de coral que podem ser causadas pelo branqueamento de coral, há um interesse justificado por aqueles que dependem da indústria do turismo e pelos gestores de MPAs:

- Como irão os turistas reagir aos recifes branqueados?
- Como é que a indústria do turismo pode adaptar-se ao problema do branqueamento?
- Como é que o turismo pode ser gerido, para reduzir os danos adicionais aos recifes branqueados?

Assim sendo, o evento de branqueamento em 1998, não teve um grande impacto no turismo (Westmacott *et al.*, 2000a). De facto, os operadores do mergulho relataram que os turistas apreciavam ainda os recifes mesmo na altura do evento - e alguns até comentaram no que eles entendiam ser corais 'limpos'. O verdadeiro impacto do branqueamento nas visitas de turistas não pode ser visto, de facto, por diversos anos, e só poderá advir quando, os recifes estiverem seriamente degradados. Não obstante, o trabalho no Oceano Índico sugere que pode haver algum impacto futuro do evento de 1998 (veja o Quadro 5).

Os turistas podem reagir de diversas maneiras aos recifes branqueados e danificados. Se estiverem cientes do branqueamento (através dos meios de informação, da informação verbal, ou de outras fontes de informação), poderão escolher não visitar a área afectada, e neste caso, a indústria do turismo sofrerá a todos os níveis. Os mergulhadores autónomos e mergulhadores livres mais experientes são prováveis de observar mudanças nos recifes – particularmente na mudança das cores brilhantes a um cinzento ou castanho uniforme um tanto baço. Alguns visitarão uma vez, mas cessarão então de retornar como

poderiam ter feito no passado. Aqueles novos a estes desportos, podem não estar cientes de algum problema. Estas pessoas, assim como aqueles não interessados em actividades directamente relacionadas com os recifes, podem continuar a visitar uma área afectada. Alternativamente, os turistas poderão visitar a área, mas não os próprios recifes, e nesse caso somente as actividades de mergulho autónomo e livre sofrerão.

## Acções de gestão

### 1. Mantendo populações saudáveis de peixes para mergulhadores autónomos e livres.

Peixes diversos e coloridos são uma das atracções principais para mergulhadores autónomos e livres, e um recife degradado poderá eventualmente ver um declínio no número total de peixes. Os métodos para se dirigir a este problema, são descritos na secção sobre *Pescas e o Branqueamento de Coral*. Com relação ao turismo, estas acções incluem:

- Reduzir a pressão da pesca em torno do locais de mergulho autónomo e livre.
- Estabelecer zonas de não-pesca, nas quais o mergulho autónomo e mergulho livre são permitidos.
- Fazer a zonação separando áreas para o mergulho autónomo e livre das áreas de pesca, para reduzir os conflitos.
- Banir as práticas destrutivas de pesca que reduzem as populações de peixes e destroem interessantes características subaquáticas.

### 2. Envolvendo turistas na questão do branqueamento.

Muitos mergulhadores autónomos e livres gostam de se envolver em actividades de conservação de recifes de coral e dariam as boas-vindas à oportunidade de

## Quadro 5. O impacto do branqueamento do coral no turismo, no Oceano Índico.

Os estudos de levantamento sobre os impactos no Oceano Índico em 1999, um ano após a ocorrência do branqueamento, sugerem que o branqueamento teve um impacto menor no turismo, do que o esperado. O nível do interesse entre os turistas sobre o branqueamento, parece estar relacionado com o seu país de origem e o nível de publicidade dado a este evento nesse país.

Em Zanzibar, 28% dos mergulhadores entrevistados conheciam o branqueamento, comparados com os 45% em Mombasa, Kenya. Embora os recifes, em ambas os locais, estivessem branqueados, apenas uma mortalidade ligeira do coral foi vista em Zanzibar, comparada com a mortalidade de coral de 50% em alguns recifes na região de Mombasa. Menos de 5% dos mergulhadores autónomos e livres entrevistados, em ambos os locais disseram que não fariam mergulho autónomo ou livre por causa do branqueamento. Baseado no número dos turistas que disseram que as suas actividades seriam afectadas, uma potencial perda financeira de 13–20 milhões de dólares americanos em Mombasa e 3–5 milhões de dólares americanos no Zanzibar foi estimada. O tempo dirá se esta é uma estimativa realística.

Nas Maldivas, 48% dos turistas entrevistados disseram que a parte mais decepcionante de suas férias foram os corais mortos. No entanto, as chegadas de turistas continuaram a aumentar, com uma taxa de crescimento de 8% entre 1998 e 1999, comparada com 7% de entre 1996 e 1997. O crescimento contínuo nas chegadas de turistas nas Maldivas, é parcialmente devido a outros tipos de turistas que substituem os mergulhadores. Mesmo antes do branqueamento ter ocorrido, as Maldivas estavam já tomando activas medidas para incentivar o turismo, pela promoção das ilhas como destino para casais em lua-de-mel. Isto implica que o branqueamento não teve, ainda, um efeito na indústria do turismo. No entanto, como consequência do aumento na capacidade de camas nos hotéis em 1997, foi previsto um aumento de 10% nas chegadas de turistas para o período entre 1998 e 1999. Se o branqueamento do coral, foi de facto a causa da taxa de crescimento de ser somente 8%, em vez de 10%, poder-se-ia calcular, que o branqueamento resultou numa perda financeira estimada em 3 milhões de dólares americanos.

Fonte: Cesar *et al.* (2000) e Westmacott *et al.* (2000b)



Nas Maldivas, onde o mergulho é a fonte principal de rendimento para a população local, a indústria do turismo está tendo um papel importante assistindo na gestão do recife.

Foto: Susie Westmacott

participar em iniciativas associadas com a recuperação do recife do branqueamento. Os planos de observação de aves e programas de monitoria do recife por amadores estão aumentando, tais como REEF (Fundação da Educação Ambiental do Recife) e CEDAM (Conservação, Educação, Mergulho, Consciência e Investigação Marinha) ambas baseadas nos E.U. e um número de outras que operam internacionalmente (P.e. Conservação Coral Cay, Frontier, Raleigh, Earthwatch, ReefCheck). No Parque Marinho de Bonaire, nas Antilhas dos Países Baixos, por exemplo, há visitas anuais do RECIFE e do CEDAM, e aquelas visitas

formam parte integral do programa de monitoria do Parque (veja secções sob *Monitoria e Investigação e Referências e Materiais de Recurso*).

### 3. Diversificando a indústria do turismo.

De forma a monitorar as mudanças na visita aos recifes, estudos regulares devem ser realizados, por exemplo, nas salas de embarque no aeroporto, onde os turistas esperam pelos seus voos. Diversos países já realizaram tais estudos com o departamento do governo responsável pelo turismo. As perguntas do estudo podem ser específicas às actividades do mergulho autónomo e livre e outras

Praias belas e limpas poderão ajudar a manter o turismo em áreas onde os recifes foram danificados.

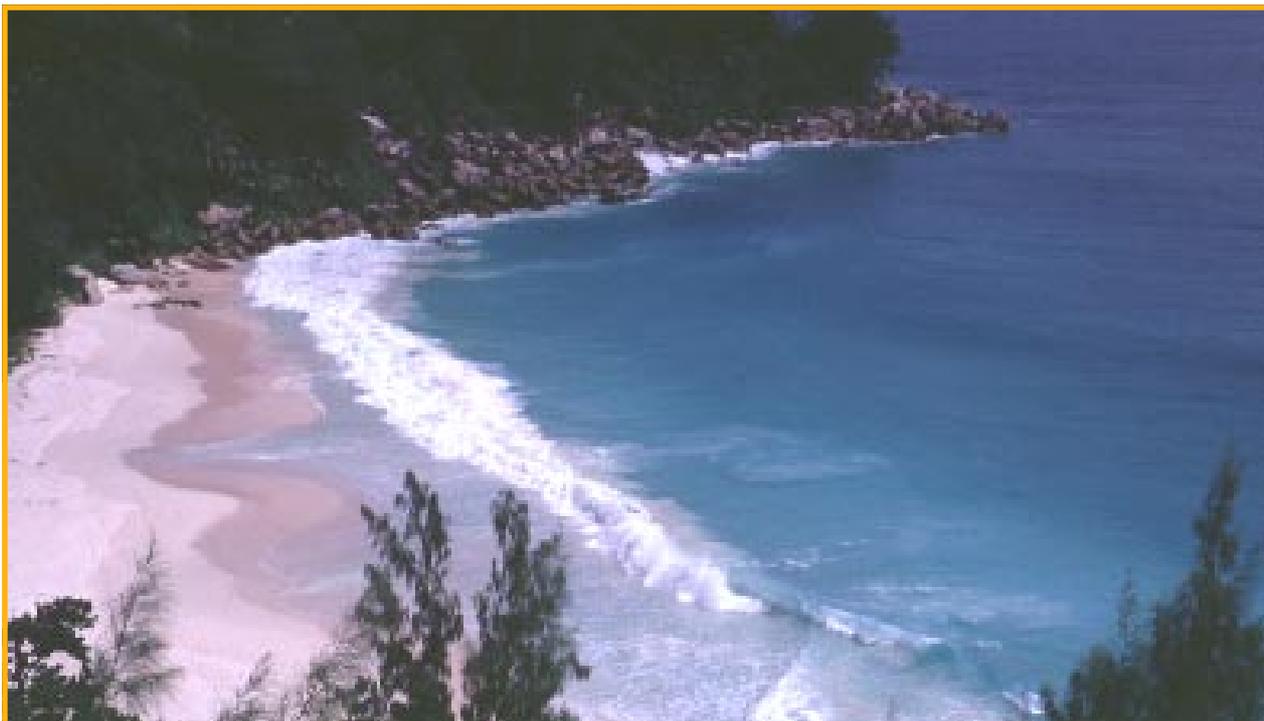


Foto: Kristian Teleki

directamente relacionadas com o recife, ou podem cobrir actividades mais amplas do turismo. Monitorar as mudanças no mercado do turismo, indicará se a publicidade de actividades alternativas do turismo, é necessária para manter a indústria. Por exemplo, as actividades terrestres dos turistas, poderiam ser a alternativa quando se der uma oportunidade aos recifes danificados de se recuperarem; no entanto, deve-se tomar cuidado para assegurar de que o desenvolvimento costeiro para tais actividades, causa por si só, danos adicionais aos recifes. Uma atenção ainda maior, deve ser feita ao valor paisagístico de uma área, praias limpas, águas limpas para os desportos aquáticos, etc. Pode ser que seja necessário procurar alternativas ou novos locais, para o mergulho (P.e., com um dramático cenário subaquático ou com populações de peixes grandes).

#### 4. Reduzindo impactos de operações turísticas no geral.

Onde os recifes foram branqueados ou degradados, é essencial fazer-se a gestão das actividades circunvizinhas do turismo. Consequentemente, os seguintes impactos, entre outros, devem ser reduzidos ou eliminados (veja também as secções sob *Outras Ameaças aos Recifes, Áreas Marinhas Protegidas, Pescas e Gestão Costeira Integrada*):

- Contacto directo provocado pelo mergulho autónomo e livre (andando ou batendo nos recifes); fornecendo informação, a mergulhadores e educando-os acerca dos potenciais danos, que eles podem causar, podem ser suficientes para eliminar a danificação. Para além disso, oferecendo aos mergulhadores, sessões gratuitas de formação prática sobre capacidade de flutuação podem também ajudar a melhorar o seu controle subaquático de flutuação e fazendo com que o uso de luvas seja ilegal, para impedir também o toque intencional de organismos do recife.
- Acabar com o uso de um recife ou local de mergulho; mudando os locais de mergulho ou limitando números de mergulhadores em locais populares de mergulho, podem reduzir os danos às áreas do recife, que estão em processo de recuperação.
- Os danos físicos da ancoragem dos barcos; ancoragem de barcos (mergulho, pesca comercial, pesca recreativa,

etc..) – pode ser controlada designando zonas de ancoragem, fornecendo alternativas, tais como ancoradouros, e reforçando outros regulamentos que se relacionam com uma ancoragem ambientalmente sadio.

- Contaminação próxima da costa, pela eliminação de desperdícios (P.e., despejos dos locais de veraneio); pode ser apropriado para os locais de veraneio costeiros de tratar dos desperdícios da água no local ou usá-los na manutenção dos seus jardins, de modo que os nutrientes adicionais sejam assimilados pelas plantas.

Boias de amarração impedem a danificação dos recifes provocada pelas âncoras de barcos.



Ilustração: Virginia Westmacott

#### Quadro 6. Pedindo aos mergulhadores para financiar a conservação do recife.

Os mergulhadores mostram uma considerável 'vontade de pagar' para uma boa qualidade de recifes de coral. Nas Maldivas, um estudo, que se seguiu ao evento de branqueamento de 1998 mostrou que cada turista estaria disposto a pagar 87 dólares americanos adicionais ao custo real de suas férias para poder visitar recifes saudáveis em vez de recifes degradados. Uma vez que cerca de 400.000 turistas visitam as Maldivas por ano, isto traduziria num total de 19 milhões de dólares americanos durante 1998 e 1999 (Cesar *et al.*, 2000).

Os estudos similares em Zanzibar em 1996 (antes do branqueamento) e em 1999 (após o branqueamento) mostraram uma voluntariedade em contribuir para a gestão do recife, de 22 dólares americanos por mergulhador em 1999, comparados aos 30 dólares americanos em 1996. Esta mudança, pode estar relacionada não somente com o declínio na qualidade do recife (uma diminuição de 20% na cobertura de coral duro em Novembro de 1997 a Novembro de 1998 em determinados locais (Muhando, 1999), mas também a outros factores, tais como, o tipo de turista que visita este país. A única diferença entre os mergulhadores entrevistados em 1996 e em 1999, foi que os anteriores eram mergulhadores menos experientes; as suas receitas e outras variáveis sócio-económicas eram comparáveis, o que sugere que a diferença no voluntariedade de pagar poderá estar relacionada com a qualidade do recife e/ou o seu nível de experiência. Em Mombasa, os mergulhadores estavam em média dispostos a contribuir com 43 dólares americanos para manter a qualidade do recife, e o seu nível de experiência, era geralmente mais elevado do que daqueles entrevistados em Zanzibar, como também fizeram mais mergulhos. Estes factores podem demonstrar a sua vontade em pagar mais, do que os mergulhadores em Zanzibar.

Fonte: Westmacott *et al.* (2000b)

- Sedimentação e poluição proveniente da construção (P.e., cais e pontões, portos e marinas); guias de orientação estão disponíveis para muitas actividades de construção e engenharia, e os métodos foram desenvolvidos para reduzir o seu impacto. Estes podem ser, promovidos e implementados, transformando-os em condições para a aprovação do planeamento ou da Avaliação do Impacto Ambiental, através da legislação e dos sistemas de permissão e através de medidas incentivadas.

**5. Incentivando os turistas a contribuir financeiramente aos esforços de recuperação e de gestão.**

Gerir recifes de coral, sejam eles saudáveis ou recuperando-se de danos, requer os recursos financeiros adequados, que muitas vezes faltam nos países mais afectados. A indústria do turismo, que em muitas áreas está dependente ou faz o uso extensivo dos recifes de coral, deve contribuir com os custos de gestão. Os mergulhadores e os turistas individuais podem ajudar através do pagamento da entrada no parque e outras taxas ou fazendo doações. Como indica o Quadro 6, os turistas, estão frequentemente dispostos a contribuir com valores substanciais, se for assegurado que o dinheiro, será usado para a conservação do recife. O perfil sócio-económico do turista visitante, assim como a qualidade dos recifes e de outras atracções, serão factores importantes, ao avaliar quanto os turistas

poderão pagar pelas actividades de gestão do recife. Assim, os estudos devem ser realizados em cada área, para determinar estes factores antes que, as taxas de utilização sejam introduzidas.

**6. Fazendo chegar a informação ao público através da extensão do domínios e a educação.**

A indústria do turismo pode jogar um papel importante nas actividades de educação e extensão de domínios. Estes podem incluir:

- As fichas de factos no “fazer e não fazer” ao apreciar os recifes de coral e no relacionamento entre a mudança do clima e o branqueamento do coral, que podem ser incluídas nos pacotes de informação que os hotéis fornecem aos seus clientes.
- Cartazes coloridos e informativos que podem ser vendidos nas lojas locais de turistas ou nos escritórios dos parques.
- Cursos de treinamento de turistas locais, para operadores de turismo em como educar turistas na biologia do recife e ameaças aos recifes.
- Excursões de barco gratuitas e lições com amostra de diapositivos para membros da comunidade, especialmente àqueles que dedicam o seu trabalho aos turistas visitantes, de modo que sintam um sentido de administração para com os seus recifes e ajudarão a educar os turistas que com eles se relacionam.

# Gestão Costeira Integrada e o Branqueamento do Coral

Os recifes de coral, particularmente os recifes de franja, são frequentemente encontrados perto da costa e podem encontrar-se a apenas poucos metros da linha da costa. O rápido crescimento populacional e pedido crescente da indústria, turismo, habitação e portos, estão resultando num extenso desenvolvimento costeiro. Como anteriormente mencionado, estes têm um impacto principal nos recifes de coral e, como em outras actividades humanas, são capazes de retardar a recuperação dos recifes, que são afectados pelo branqueamento. A saúde dos ecossistemas adjacentes, tais como tapetes de ervas marinhas e mangais, têm também um papel importante na saúde dos recifes de coral. Além disso, manter o valor estético da costa, incluindo praias e água limpas, e paisagens não degradadas, tornar-se-á cada vez

mais importante, se os próprios recifes de coral se tornarem menos atractivos aos turistas. Dirigindo-se a estes problemas requererá uma atenção cuidadosa ao planeamento e ao regulamento do desenvolvimento costeiro e da eliminação dos desperdícios, e pode ser melhor dirigido pela gestão costeira integrada (ICM).

A ICM considera a zona costeira e a sua linha divisória associada como uma única unidade e tenta integrar a gestão de todos os sectores relevantes (Bijlsma *et al.*, 1993; Borne e Lundin, 1996; Cicin-Sain e Knecht, 1998). Muitos países iniciaram ou estão implementando programas do ICM a níveis locais e/ou nacionais. Belize, por exemplo, considera uma estrutura particularmente útil para responder às ameaças aos recifes de coral (Quadro 7). Na Tanzânia (outro país

## Quadro 7. Gerindo o Recife de Barreira de Belize através duma abordagem ICM.

Belize tem um dos ecossistemas mais extensivos de recife no Hemisfério Ocidental, compreendendo um dos maiores recifes de barreira no mundo, três atóis e uma rede complexa de recifes perto da costa. Estes recifes foram afectados por vários dos recentes eventos de branqueamento, embora, no geral, o país beneficie de alguns dos recifes mais saudáveis nas Caraíbas. O Parque Marinho do Grande Recife de Barreira na Austrália foi visto como um modelo potencial para a gestão dos recifes do país e dos ecossistemas associados. Contudo, a necessidade para a gestão de actividades de origem terrestre foi reconhecida como fundamental, e a abordagem do ICM foi adoptada como uma estrutura geral.

O programa do ICM está em funcionamento desde 1990, e uma estrutura institucional foi estabelecida para coordenar actividades da gestão na zona costeira. As medidas colocadas sob o Plano de Gestão Costeira Integrada são de benefício directo para os recifes e incluem: um esquema de zonação para a zona costeira, incorporando MPAs; medidas de gestão das pescas; um programa nacional de bóia da amarração; guias de orientação da legislação e da política; políticas para dirigirem-se às indústrias e à navegação de alto mar; programas de investigação e de monitoria; campanhas de educação e de consciencialização pública; medidas para a participação da comunidade; e um mecanismo financeiro sustentável.

Fonte: Gibson *et al.*, 1998.

Replantar mangais pode erigir a protecção natural da costa contra a erosão e reduzir a sedimentação nos recifes próximos, como aqui nas Maurícias.



Foto: Susie Westmacott.



Foto: Susie Westmacott.

Gestão costeira integrada envolve o planeamento cuidadoso, zonação da construção e outras actividades, tais como a localização de diques para evitar a erosão.

onde os recifes de corais são recursos vitais que também foram afectados pelo branqueamento), a política nacional do ICM está sendo desenvolvida, e os programas locais do ICM específicos a determinados locais estão sendo implementados para testar o mecanismos do planeamento e da coordenação no terreno (Francis *et al.*, 1997). Os estados do Oceano Índico ocidental mostraram um compromisso político particular, ao estabelecimento de programas do ICM, com um número de reuniões a nível ministerial (Lindén e Lundin, 1997).

Esta brochura, cobriu secções separadas de MPAs, Pescas e Turismo, que são elementos de vital importância de um programa bem sucedido do ICM. Outras assuntos incluem:

- Fontes de poluição de origem terrestre.
- Construção e outras actividades em áreas costeiras e ao longo das suas linhas divisórias.
- Agricultura, florestação e outras práticas de uso da terra em áreas costeiras e ao longo das linhas divisórias da água.

Dispendiosas estruturas de defesa contra o mar são frequentemente usadas para impedir a erosão, mas promover a recuperação de recifes como barreiras naturais pode ser uma boa estratégia a longo prazo.



Photo: Susie Westmacott.

- Mineração da costa e indústrias de óleos e do gás.
- Actividades relacionadas com embarcações e todas as formas de navegação

Não é possível aqui discutir cada questão a que um programa eficaz do ICM se deve dirigir, mas é útil notar, que são todos importantes para a gestão bem sucedida do recife de coral e para a criação de condições, que irão maximizar a recuperação de ecossistemas de recife danificados.

## Acções de gestão

A necessidade preliminar é de continuar o desenvolvimento e a implementação de políticas e de programas do ICM a níveis nacionais e locais. O ICM bem sucedido, requer o reconhecimento de princípios de: participação de pessoas interessadas da sociedade e promoção da cooperação entre grupos de usuários; o princípio de precaução; e monitoria e a avaliação de intervenções da gestão, para assegurar de que estas estejam adaptadas em resposta às mudanças na saúde do ecossistema (isto é particularmente importante no caso dos ecossistemas vulneráveis tais como os recifes de coral).

A orientação no ICM está disponível em muitas fontes (P.e. Clark, 1996; Borne e Lundin, 1996; Ehler *et al.*, 1997; Hatzios, 1997; Cicin-Sain e Knetch, 1998; WWF/IUCN, 1998). No entanto, as políticas e os programas do ICM, necessitam de dar uma maior atenção à criação de condições para a recuperação do recife e a manutenção da saúde daqueles recifes que ainda não estão danificados. Consequentemente, as seguintes acções necessitam de ser enfatizadas:

1. **Estabelecimento de sistemas de MPA dentro da estrutura do ICM** que tomam em consideração o que é conhecido sobre a inter-conexão, a vulnerabilidade e a resiliência dos diferentes recifes de coral.
2. **Implementação das medidas para promoção sustentável das pescas** e a integração destas dentro do desenvolvimento económico total das regiões costeiras.
3. **Desenvolvimento e implementação** de ferramentas para o planeamento, de guias de orientação, de legislação, de medidas incentivadoras e dos outros mecanismos para uma promoção ambiental sadia da construção e de outras formas de uso da terra e do desenvolvimento costeiro.
4. **Regulamento de fontes de poluição de origem terrestre.** A poluição desta natureza tem que ser dirigida a nível

internacional, regional, nacional e local, e muitas iniciativas estão em marcha. Os gestores e as autoridades normativas do recife podem ajudar a promover novas tecnologias e endossar métodos inovadores para a eliminação sadia dos desperdícios, tais como o uso das terras húmidas (do inglês 'wetlands') para filtrar para fora os desperdícios ricos em nutriente, e compostos sanitários.

- 5. Gestão de navios e outras embarcações para reduzir os danos aos recifes e aos ecossistemas associados aos encalhamentos, ancoragem, derramamentos e eliminação de desperdícios.** Como também com fontes de poluição de origem terrestre, este é um tópico que não pode ser coberto aqui na sua totalidade, e os gestores e tomadores de decisões podem consultar as fontes de informação dadas no final desta brochura. Uma boa estrutura legal para o regulamento da navegação comercial existe agora, como resultado dos esforços da Organização Marítima Internacional. No entanto, nem todos os países possuem a legislação, os recursos ou a capacidade de desenvolver e implementar as medidas necessárias. Estas incluem planeamento rápido e de contingência em resposta aos derramamentos do óleo, regulamentos sobre os despejos, provisão de facilidades portuárias para a eliminação de desperdícios, esquemas apropriados de rotas e de navegação ou a designação de áreas vulneráveis (tais como os recifes de coral) com regulamentos especiais para a navegação (P.e., Áreas do Mar Particularmente Sensíveis, ou PSSAs). O regulamento de actividades de pequenas embarcações é também essencial. Os gestores devem promover o estabelecimento de bóias de amarração, o desenvolvimento de códigos de conduta para operadores de barcos e o treinamento de operadores de barcos na segurança e práticas ambientalmente operacionais.
- 6. Protecção da linha da costa da erosão.** A erosão costeira pode aumentar, se os recifes, que previamente forneciam protecção contra as ondas e tempestades, forem danificados. A erosão de vários metros da praia foi reportada em algumas áreas das Seychelles, onde os

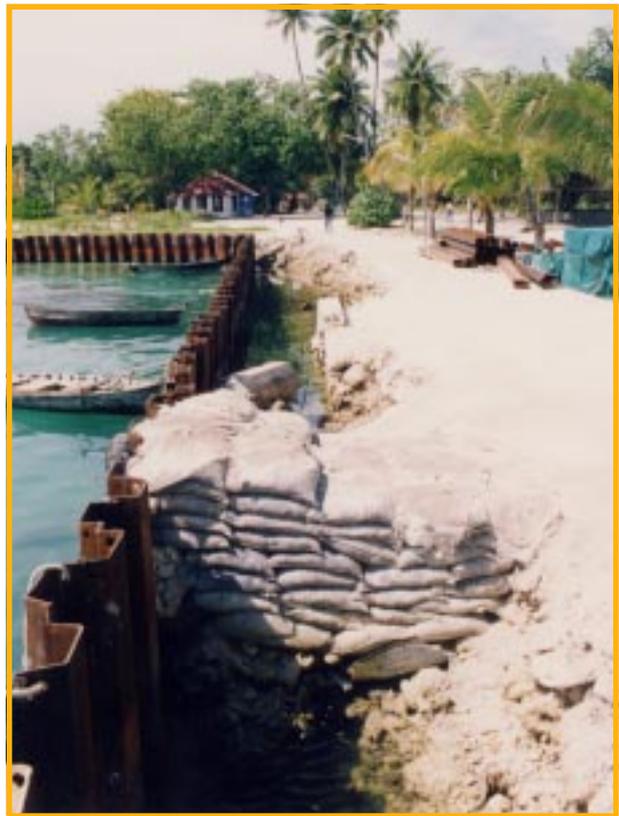


Foto: Susie Westmacott.

Sedimentação pode ser reduzida durante a construção de portos usando revestimentos, como aqui nas Maldivas.

recifes foram afectados pelo branqueamento (Souter *et al.*, 2000). Isto pode conduzir à introdução de soluções dispendiosas de engenharia que não impedirão a erosão. Permitindo que a terra se adapte às mudanças através de os processos naturais (pequena engenharia) pode ser uma melhor abordagem, como também, promover a recuperação dos recifes danificados (veja a secção sob Restabelecimento) para recriar a sua função natural de barreira contra as águas.

# Técnicas de Restabelecimento

As técnicas de restabelecimento podem ser usadas para ajudar e acelerar a recuperação dos recifes danificados, realçando ou suplementando processos naturais de resiliência. Contudo, é essencial olhar-se para a escala envolvida ao considerar fazer o restabelecimento dos recifes afectados pela mortalidade causada pelo branqueamento. Muitos esforços na reabilitação não se provaram eficazes ou praticáveis numa grande escala (km<sup>2</sup>), económica ou ecologicamente. Existe também pouco interesse em se realizar restabelecimentos dispendiosos se os impactos prejudiciais estiverem presentes. Além disso, os processos naturais de recuperação podem estar em decurso, e poderão ser interrompidos pelas actividades de restabelecimento, que nesses casos seriam mais prejudiciais do que benéficas. Consequentemente, uma avaliação muito cuidadosa deve ser feita para determinar se a intervenção activa será vantajosa. A recuperação natural em muitos casos pode ser melhor do que 'curas' arriscadas e caras.

Assim de longe, a maioria das técnicas activas de restabelecimento do recife de coral e reabilitação (P.e., aquelas abaixo descritas) foram experimentadas, somente em áreas localizadas e numa escala muito pequena (menos de 100 m<sup>2</sup>). Tais métodos são improváveis alterar mais do que uma área minúscula do recife e terão um impacto total mínimo nos recifes, mesmo em países pequenos. Tais métodos, no entanto, podem ter valor nos locais tais como pequenos 'jardins de corais' que tem um elevado valor em termos de visita de turistas.

Um número de diferentes abordagens estão sendo pesquisadas no presente:

## Removendo as fontes de 'stress'

Isto deve sempre ser a primeira prioridade, porque incentivará os processos naturais de recuperação. Os métodos para melhorar as condições para o crescimento do coral através da remoção das fontes de 'stress' potenciais e existentes que inibem o estabelecimento, a sobrevivência e o crescimento dos corais são descritos nas seguintes secções.

## Aumentado o substrato disponível para o estabelecimento larval

Embora após um evento de branqueamento, o coral morto fornece uma superfície para o estabelecimento larval, a disponibilidade de substrato apropriado pode rapidamente diminuir devido ao crescimento excessivo de algas. Por esta razão, é importante que as fontes de poluição de origem

terrestre que causam o enriquecimento de nutrientes seja minimizada, e as populações de peixes que se alimentam de algas, sejam mantidas. O aumento do substrato disponível para o estabelecimento larval é somente necessário, se a estrutura do recife for degradada. Soluções para o aumento de substrato disponível variam do simples ao complexo, e do barato ao caro. A maioria destes está sendo ainda estudada:

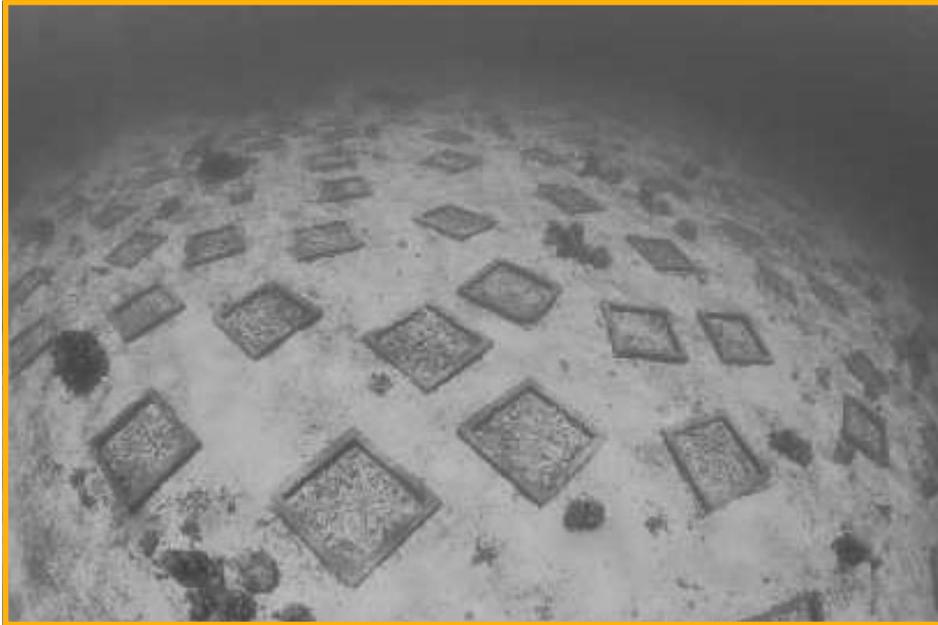
- Vários investigadores estão testando a prática de colocar substratos artificiais no fundo do mar, tal como blocos de betão (Clark e Edwards (1999) – veja o Quadro 8), naufrágios (Wilhelminson *et al.*, 1998) ou outras estruturas (Rilov e Benayahu, 1998; ReefBall, 2000). Tais *recifes artificiais* podem ter um benefício adicional ao fornecer um refúgio para os peixes do recife (Whitmarsh, 1997). Cuidado deve ser tomado para evitar qualquer poluição ou danos adicionais ao ambiente circunvizinho em consequência dos materiais seleccionados ou do projecto da estrutura. Por exemplo, o metal de sucata ou outro tipo de sucata não devem ser usados, mesmo que pareça ser uma solução fácil de eliminação de desperdícios (van Treeck e Schuhmacher, 1998). O custo de instalar recifes artificiais ou grandes áreas de substrato artificial é provavelmente proibitiva para grandes extensões de recife degradado.
- Consideração está sendo dada, para estabilizar ou remover materiais de substratos soltos (como os fragmentos de corais) e remover as algas (McClanahan *et al.*, 1999) e os outros organismos que possam impedir o estabelecimento larval ou danificar os novos recrutados.
- uso de electrolises para depositar um material baseado em cálcio, sobre uma superfície artificial, está em fase muito experimental. As correntes eléctricas fazem com que os minerais de cálcio e de magnésio se precipitem da água do mar para um material condutor, tal como o fio de arame. A estrutura resultante consiste principalmente de carbonato de cálcio, e é similar à pedra calcária do recife (Hilbertz *et al.*, 1977). Os proponentes estão testando isto para o estabelecimento natural das larvas de corais e para o transplante de corais (veja abaixo) (P.e., Hilbertz, 1981; van Treeck e Schuhmacher, 1998, 1999; Schillak e Meyer, 1999; Meyer e Schillak, 2000). Esta tecnologia pode ser aplicável numa pequena escala para estimular o crescimento de coral em pequenos trechos do recife, mas por causa dos altos custos iniciais envolvidos, pode não ser praticável numa grande escala.

### Quadro 8. A Reabilitação do Recife nas Maldivas.

Os corais tem sido uma fonte principal de materiais de construção nas Maldivas por muitos anos, e os recifes adjacentes à capital Male, foram virtualmente desnudados. Num estudo experimental, blocos de betão foram colocados nestes recifes danificados para avaliar técnicas diferentes de restabelecimento.

Os processos naturais de recuperação eram notavelmente eficientes. Em seis meses, as larvas de coral tinham-se estabelecido nos blocos e num ano, foram registadas densidades de 31 recrutados por m<sup>2</sup>. Os corais foram também transplantados para blocos de recifes próximos, mas isto resultou numa mortalidade considerável, com sobrevivência de somente, cerca de 50% após dois anos. Parecia, que onde as superfícies apropriadas para o estabelecimento estavam disponíveis e a qualidade de água era conducente ao crescimento do coral, o recrutamento natural poderia resultar no restabelecimento substancial do recife dentro de 3–4 anos — sem a necessidade de transplante.

Fonte: Clark e Edwards (1999)



Cultivo de coral na ilha Olango, Filipinas: pequenas áreas cercadas abrigam os fragmentos de coral transplantados.

Foto: Thomas Heeger

Mulheres da vila local preparam fragmentos de coral para transplantar em áreas cercadas.



Foto: Thomas Heeger

#### Quadro 9. Cultivo de Coral nas Filipinas.

Em 1997, um viveiro de coral de baixo-custo com o objectivo primário de reabilitação do recife, foi estabelecido com o auxílio dos povos da vila em Barangay Caw-oy, Ilha de Olango, Cebu, Filipinas. Seis mil fragmentos foram cortados de corais em recifes próximos e transplantados para um recife com baixa cobertura de coral. Após 4 meses, 87% dos fragmentos de coral tinha sobrevivido, as populações de peixes no viveiro foram relatadas como tendo aumentado. O viveiro está fornecendo também subsistência aos povos locais, com a venda de colónias de coral para a reabilitação de recifes danificados em outras áreas das Filipinas. Os lucros são usados para projectos da comunidade, tais como bolsas de estudo, salas de primeiros socorros e iluminação das ruas. O custo de reabilitação de um hectare de recife, usando 2 fragmentos por m<sup>2</sup> (12,5% de cobertura) foi de 2,100 dólares americanos. Uma vez que o rendimento potencial de um hectare de um recife saudável nas Filipinas foi por defeito, estimado em 319 a 1113 dólares americanos num ano (White e Cruz-Trinidad, 1998), usando este método, a reabilitação do recife seria potencial e economicamente viável após alguns anos. Isto seria totalmente verdadeiro se, os pescadores locais encontrassem melhores alternativas de subsistência através do cultivo de coral e mudança das técnicas destrutivas da pesca.

Fonte: Heeger *et al.* (1999, 2000).

### Transplantando corais numa região para outra

Os corais podem ser removidos de um recife e transplantados, tanto num substrato natural num recife danificado (Lindahl, 1998), ou em substratos artificiais tais como em blocos de betão (Clark e Edwards, 1995). Este tende a ser um método caro (a menos que o trabalho voluntário seja prontamente disponível para o trabalho de transplantação) e tem frequentemente uma baixa taxa de sucesso, pois os corais transplantados, tendem a ser mais vulneráveis ao 'stress' (veja Edwards e Clark, 1999). A fonte de corais para o transplante deve também ser escolhida com cuidado, para evitar danos a outros recifes. A melhor fonte são provavelmente aqueles recifes que estão certos, de que sofrerão de danos principais no futuro devido à dragagem, recuperação de terra, descarga de efluentes ou de actividades, que não podem ser paradas ou para as quais não há nenhuma mitigação.

### Cultivo de corais

Várias tentativas para cultivar corais foram feitas, principalmente no sudeste da Ásia (veja o Quadro 9) (Franklin *et al.*, 1998). Ao contrário do transplante directo de coral, no caso dos 'viveiros para corais', os fragmentos são transplantados de um local e crescem até um determinado tamanho antes de serem usados para outras finalidades. Os viveiros de corais bem sucedidos poderiam fornecer uma fonte de corais para a reabilitação de recifes danificados e poderiam ser usados como atracções subaquáticas para os mergulhadores livres (Alcock, 1999). Uma investigação adicional sobre o cultivo de coral é necessária para reduzir os custos e aumentar as taxas de sucesso. Os estudos na Austrália mostraram que as taxas de mortalidade podem ser tão baixas quanto 2-5% e que a remoção de até 50% da biomassa de uma colónia de coral 'doador' pode não ter nenhum efeito no seu crescimento (Alcock, 1999).

### Acções de gestão

Uma vez que o restabelecimento activo do recife é geralmente dispendioso e nem sempre bem sucedido, os gestores devem

avaliar a situação com cuidado, antes de iniciar tal programa e considerar um número de factores:

1. Quais são os **objectivos** do projecto de restabelecimento? Estarão os recifes a ser restabelecidos para a conservação da biodiversidade, turismo, pesca, protecção da erosão costeira ou puramente para a investigação? Os objectivos irão ajudar a determinar os métodos a serem usados.
2. Qual é a **dimensão** do projecto de restabelecimento? A área degradada encontra-se numa posição específica (isto é, área danificada pela âncora dum barco ou devido ao encalhamento dum barco), uma secção do recife ou um complexo inteiro do recife? Se a área degradada for grande (P.e., depois dum evento principal de branqueamento), pensamento cuidadoso deve ser dado, a respeito de onde, os esforços de restabelecimento devem ser dirigidos em termos dos padrões actuais (encorajando o desenvolvimento dos corais a favor da corrente, mas evitando fontes de poluição contra a corrente) e de exposição a potenciais acções prejudiciais das ondas, fontes de poluição e turvação.
3. Após considerar os objectivos e a dimensão, o **custo** do projecto necessita de ser avaliado, tomando em conta o uso mais eficaz de todos os fundos disponíveis (veja Spurgeon (1998) para mais detalhes).
4. Qual é a **taxa de sucesso** do método que está sendo proposto? Que método será o mais **efectivo, em termos de custo** no local? É importante que o método seleccionado não provoque danos adicionais ao recife.
5. Qual será a **viabilidade a longo prazo** do programa? Para assegurar alguma medida de sucesso, o projecto deve prosseguir o suficiente, para que o progresso do restabelecimento seja monitorado.
6. Haverá lugar para que os usuários das comunidades locais e do recife se tornem envolvidos? A participação activa, por aqueles cujas subsistências estão ligadas aos recifes, aumentará as possibilidades de sucesso (veja o Quadro 9).

# Monitoria e Investigação

## Monitoria

Um programa de monitoria bem projectado é uma ferramenta muito importante para o seguimento das mudanças nos recifes branqueados e para monitorar a condição geral daqueles ainda não afectados. A monitoria deve começar simples, ser adaptável e flexível, e ser projectada para ir de encontro aos objectivos de gestão. As organizações locais, as universidades e as organizações não governamentais (NGOs), podem realizar alguma da melhor monitoria. Estes grupos, têm a flexibilidade de projectar os seus programas de monitoria dentro da sua própria capacidade e podem ser capazes de trabalhar com as pessoas locais, o que é um factor importante para determinar a sustentabilidade a longo prazo dos programas de monitoria. Presentemente, há também um número de programas de monitoria regionais e globais do recife disponíveis acompanhados com guias de orientação, manuais e actividades de treinamento. Os gestores do recife podem também ter acesso a alguns dos programas de monitoria globais da temperatura, tais como aqueles em plena marcha com a NOAA. Os dois principais programas globais, ambos dão atenção particular ao branqueamento:

- **Rede Global de Monitoria do Recife (GCRMN)**

O GCRMN focaliza a monitoria a nível do governo (ou profissional). Quando posta em vigor, a rede global



Foto: ARVAM

Cobertura de coral sendo avaliada depois do branqueamento usando o transecto linear.



Foto: Erik Meesters

Novo crescimento de coral, tal como recrutas, sendo medido com quadriculas.

consistirá em quinze redes regionais independentes, ou em nós secundários, em seis regiões em torno do mundo. Através destas redes regionais, o GCRMN promove métodos científicos seguros para a monitoria e dá assistência no treinamento. Por exemplo, dois nós foram estabelecidos no Oceano Índico – um no Sri Lanka, prestando serviços aos países do sul da Ásia, e um nas Maurícias, cobrindo as ilhas nações do Oceano Índico ocidental. Os dados recolhidos são armazenados em bases de dados regionais e usados em relatórios nacionais sobre o estado do recife. Os resultados nacionais são confrontados nos relatórios *Estado dos Recifes* que serão publicados em cada dois anos; o primeiro relatório sobre o estado foi produzido em 1998 (Wilkinson, 1998). A GCRMN está desenvolvendo actualmente um manual para avaliar os parâmetros sócio-económicos relevantes aos recifes de coral, que serão muito úteis no contexto do branqueamento do coral.

- **Reef Check**

O 'Reef Check' é um protocolo para a avaliação rápida dos recifes, e é especificamente projectado para os não profissionais e voluntários. Iniciado em 1997, é realizado anualmente numa base mundial e envolve agora um grande grupo de mergulhadores voluntários, entusiásticos do SCUBA e de mergulhadores livres em mais de 40 países. Uma rede de coordenadores regionais, nacionais e locais formam as equipas de mergulhadores de recreio experientes com os cientistas marinhos profissionais. Os cientistas são responsáveis pelo treinamento, liderando as avaliações e assegurando o levantamento preciso dos dados. Os métodos do Reef Check utilizam organismos indicadores cuidadosamente seleccionados e baseados naqueles defendidos pelo GCRMN. A metodologia pode ser aprendida num dia e envolve um sistema de controle estrito de qualidade. Assim, o Reef Check representa o protocolo de monitoria baseado na comunidade da GCRMN. Uma informação mais adicional está disponível em Hodgson (1999, 2000) e na página da Internet do Reef Check (veja a secção de *Referências e Materiais de Recurso*).

Há um número de questões chaves a considerar ao desenvolver um programa de monitoria em relação ao branqueamento ou outros sérios danos nos recifes:

1. Que programas de monitoria regionais ou nacionais estão disponíveis na área? Estes devem ser contactados através sites da Internet ou directamente através dos coordenadores do programa (veja secção de *Referências e Materiais de Recurso*). Os métodos do Reef Check estão disponíveis na sua página Web, e GCRMN delinea o seu protocolo 'online'. Ambos podem ser capazes de facilitar financiamento ou apoio inicial. Outros organizações ou programas numa região podem também estar disponíveis para fornecer o auxílio.
2. Quais são os objectivos do programa de monitoria? Estes devem ser claramente definidos, porque influenciarão os métodos seleccionados. Os métodos por si só devem ser simples, mas flexíveis e adaptáveis, de modo que à medida que os recursos se tornam disponíveis, informação mais detalhada pode ser colhida, ou métodos mais sofisticados são usados.

3. A primeira etapa deve ser uma avaliação rápida da área branqueada ou danificada, e os resultados podem então ser comparados a qualquer dados disponíveis antes do impacto.
4. Os dados biológicos, físicos e sócio-económicos devem ser colhidos, de modo que a recuperação possa ser relacionada ao amplo contexto ambiental e social. Os dados biológicos descrevem a saúde do ecossistema e cobertura e a diversidade do coral, a abundância dos peixes e a densidade das ervas marinhas. Os dados físicos devem incluir medidas de temperatura, turvação, sedimentação e dos nutrientes. Os dados sócio-económicos incluem uma larga escala de parâmetros, tais como o número de pescadores e capturas, dos níveis de visitas e dos números de mergulhadores, níveis de receita, das taxas de emprego e eliminação de desperdícios. Cuidado particular deve ser tomado em seleccionar métodos para a monitoria sócio-económica, e é importante procurar o conselho neste componente importante de um programa de monitoria.
5. Os métodos de monitoria seleccionados devem se ajustar aos recursos financeiros e humanos disponíveis e não devem requer quadros com experiência para além da capacidade de pessoal disponível. Um nível simplificado de monitoria, que é de confiança e exacto é melhor do que nenhuma monitoria ou programa complexo que exceda a capacidade de organização e resultados em dados duvidosos. Na maioria dos casos, não é necessário, pessoal altamente treinado para colher a informação básica necessária para seguir as mudanças devido ao branqueamento.
6. A selecção de locais para a monitoria deve tomar em consideração as estratégias de gestão que estão sendo usadas em áreas protegidas e não protegidas, e se tais locais devem estar em recifes então denominados fonte e depósito.
7. Tempo adequado deve ser reservado em programas de trabalho para o levantamento de dados e sua análise. Os dados colhidos devem ser comparados com quaisquer dados previamente colhidos, e devem ser contribuídos aos programas de monitoria regionais e globais, se apropriados.

Em muitos países, a falta da capacidade numa agência de gestão é um obstáculo principal para estabelecer programas de monitoria. Diversos dos programas globais e regionais organizam cursos de treinamento à medida do necessário e podem ser capazes de arranjar financiamento. Os gestores do recife devem não obstante procurar outras formas de adquirir a mesma informação. Estas podem incluir:

- Recrutando pessoal das comunidades locais, tais como pescadores e operadores de mergulho. Por exemplo, a NGO 'Reef Care' nas Antilhas dos Países Baixos utilizou as comunidades locais para monitorar a propagação da ascídia (*Trididemnum solidum*), uma peste nos recifes de Curaçao e Bonaire (van Veghel, 1993, Bak *et al.*, 1996).
- Utilizando voluntários, sejam cientistas treinados ou mergulhadores de recreio; estes podem fornecer a

capacidade de monitoria adicional a baixo custo, embora os últimos não sejam capazes de fornecer o mesmo nível de exactidão, de confiança e de detalhe do que os anteriores. A selecção cuidadosa dos voluntários e dos métodos a serem usados é essencial (Wells, 1995). Os programas voluntários são melhores do que qualquer monitoria, e quando projectados com cuidado e testados, podem fornecer aos gestores, dados de confiança e exactos para uma gestão eficaz. Os exemplos incluem Conservação Coral Cay (Mumby *et al.*, 1996), Frontier (Darwall e Dulvey, 1996), e REEF (Schmitt e Sullivan, 1996) (veja a secção de referências e materiais de recurso para contactos mais detalhados).

## Investigação

Ainda temos muito que aprender sobre o fenómeno de branqueamento de coral e os seus potenciais impactos, tanto nos recifes de coral e como nos povos que deles dependem. Os gestores do recife e os autoridades normativas podem incentivar os cientistas, laboratórios marinhos, organizações não governamentais e agências do governo, a executar estudos que se dirijam às falhas no nosso conhecimento sobre o branqueamento do coral. De forma a prever (e mitigar) os impactos do branqueamento do coral, precisamos de compreender melhor:

- A biologia do branqueamento do coral, incluindo a fisiologia da simbiose coral/zoocanthellae e como é separada quando o branqueamento ocorre.
- Os factores genéticos que podem determinar a vulnerabilidade de determinadas espécies de corais e dos zoocanthellae ao branqueamento.
- Os padrões espaciais e temporais do branqueamento, e os factores climatológicos e oceanográficos que determinam tais padrões.
- O potencial para a recuperação dos corais e dos ecossistemas do recife de coral após o branqueamento.
- O papel dos recifes de coral como um habitat crítico para uma variedade de espécies marinhas e de recursos naturais.
- O estado actual da saúde do recife de coral e outras ameaças aos recifes de coral.
- As implicações sócio-económicas do branqueamento do coral para as comunidades humanas que dependem dos seus recifes de coral para uma variedade de serviços naturais.

Como com toda a pesquisa, o trabalho relacionado com o branqueamento, deve ser cuidadosamente planeado para maximizar os escassos recursos e usar métodos apropriados aos objectivos do estudo. Quando possíveis, os programas de investigação devem ser projectados em colaboração com gestores do recife e outras partes interessadas, e os especialistas locais e nacionais devem ser usados. Os programas de investigação regionais, podem ser capazes de fornecer o auxílio financeiro e técnico.

# Dirigindo-se à Mudança Global do Clima – o Desafio Final

As sugestões feitas nesta brochura irão ajudar os gestores a prepararem-se para eventos de branqueamento ou ajudar na recuperação do recife, depois de impactos de branqueamento e outros tenham ocorrido; no entanto, o problema do branqueamento do coral tornar-se-á cada vez mais severo se o acelerado aquecimento global continuar. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima (IPCC), espera-se que as médias de SSTs nos trópicos aumentem aproximadamente 1–2°C ao longo do próximo século (Watson *et al.*, 1996). O evento de branqueamento de 1998, já mostrou que a conservação do recife de coral já não pode ser alcançada por muito mais tempo, sem se considerar o sistema global do clima.

Em 1998, a 4ª Conferência das Partes à Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD) expressou o seu interesse profundo no evento do branqueamento do coral extensivo e severo e no seu possível relacionamento com a mudança global do clima. Em resposta, a Secretária Executiva do CBD convocou uma Consultoria Especialista sobre o branqueamento do coral em Outubro de 1999. Os Especialistas produziram um relatório e uma série de recomendações sobre áreas prioritárias para a acção. Este relatório foi apresentado ao Órgão Subsidiário sobre Conselho Científico, Técnico e Tecnológico do CBD (SBSTTA-5), que alargou ainda mais as acções propostas. O SBSTTA enviou então as suas sugestões à Conferência das Partes ao CBD (COP-5), que (em Maio de 2000) endossou as recomendações dos Especialistas e passou às decisões de:

- Integrar os recifes de coral no elemento dos recursos vivos marinhos e costeiros dos seus programas de trabalho.
- Incitar as Partes, outros Governos, e organismos relevantes a desenvolver casos de estudos sobre branqueamento de coral e para implementar medidas de resposta incluindo programas de investigação, reforço institucional, participação da comunidade e educação.
- Implementar um plano específico de trabalho sobre conservação do recife de coral, em cooperação com organizações tais como a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), no Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), na Iniciativa Internacional do Recife de Coral (ICRI), e na Rede Global de Monitoria do Recife de Coral (GCRMN) e outros organismos internacionais.
- Incitar o UNFCCC a tomar todas as acções possíveis para reduzir o efeito da mudança do clima e chamar atenção aos impactos sócio-económicos nos países mais afectados pelo branqueamento do coral.

Há uma ligação bem clara entre a questão do branqueamento do coral e os objectivos indicados pelo UNFCCC. O artigo



Foto: Edmund Green

Recife “com saúde” e diverso nas Turks e Caicos, Caraíbas.

2 do UNFCCC reconhece explicitamente a importância dos ecossistemas naturais e incita as Partes a preocuparem-se com a mudança do clima de maneira que “permitam aos ecossistemas de se adaptarem naturalmente à mudança do clima”. Com duma resolução em Outubro de 1999, a ICRI encorajou ainda mais o UNFCCC a dar atenção ao fenómeno do branqueamento do coral. Em Novembro de 2000, a Conferência das Partes de UNFCCC (COP-6) irá considerar acções para lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, facilitar a transferência de tecnologias, e desenvolver programas de reforço institucional.

Um esforço combinado é necessário para assegurar que o progresso nestas áreas continue. Dando atenção à mudança global do clima requer compromissos nacionais e individuais para alterar os estilos de vida actuais que conduziram às mudanças pelo mundo em geral. Como membros da comunidade global, devemos falar com insistência, em apoio aos esforços internacionais para reduzir as emissões prejudiciais dos gases de estufa. Os gestores e os cientistas do recife de coral devem submeter relatórios frequentes sobre branqueamento do coral às suas autoridades normativas locais e aos seus delegados da Convenção, expressando uma preocupação contínua pelos efeitos da mudança do clima, nos recifes de coral e noutros ecossistemas, e chamando para contínua atenção, do problema em fóruns internacionais.

# Referências e Materiais de Recurso

## Branqueamento do Coral, Mudança do Clima e Recuperação do Recife

### Referências

- Bijlsma, L., Ehler, C.N., Klein, R.J.T., Kulshrestha, S.M., McLean, R.F., Mimura, N., Nicholls, R.J., Nurse, L., Perez Nieto, H., Stakhiv, E.Z., Turner, R.K. and Warrick, R.A. 1995. Coastal zones and small islands. In R.T. Watson, M.C. Zinyowera and R.H. Moss (eds) *Climate change 1995 – Impacts, adaptations and mitigations of climate change: scientific-technical analyses: the second assessment report of the Inter-Governmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.: 6–12.
- Bradbury, R. and Seymour, R. 1997. Waiting for COTS. Proceedings of the Eighth International Coral Reef Symposium, 24–29 June 1996, Panama 2: 1357–1362.
- Brown, B.E. 1987. Worldwide death of corals: natural cyclic events or man-made pollution? *Marine Pollution Bulletin* 18(1): 9–13.
- Brown, B.E. 1997. Coral bleaching: causes and consequences. *Coral Reefs* 16 (suppl): S129–S138.
- Brown, B.E., Dunne, R.P., Ambarsari, I., Le Tissier, M.D.A. and Satapoomin, U. 1999. Seasonal fluctuations in environmental factors and variations in symbiotic algae and chlorophyll pigments in four Indo-Pacific coral species. *Marine Ecology Progress Series* 91: 53–69.
- Bryant, D., Burke, L., McManus, J. and Spalding, M. 1998. Reefs at Risk: A Map Based Indicator of Potential Threats to the World's Coral Reefs. World Resources Institute (WRI), Washington, D.C. 56 pp. Available online: [www.wri.org/indictrs/refrisk.htm](http://www.wri.org/indictrs/refrisk.htm)
- Convention on Biological Diversity (CBD). 1999. Jakarta Mandate on Marine and Coastal Biological Diversity Page. Expert consultation on bleaching, Manila, Philippines, 11–13 October 1999. Available online: [www.biodiv.org/jm.html](http://www.biodiv.org/jm.html)
- CRC Reef Research Centre. 1997. Exploring Reef Science Page – Crown of Thorns Starfish on the Great Barrier Reef: the facts. Exploring Reef Science fact sheet: March Update 1997. Available online: [www.reef.crc.org.au/4news/Exploring/feat15.html](http://www.reef.crc.org.au/4news/Exploring/feat15.html)
- Done, T.J. 1992. Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologia* 247 (1–3): 121–132.
- Done, T.J. 1994. Maintenance of biodiversity of coral reef systems through the management for resilience of populations. In Munro JL and Munro PE (eds) *The Management of Coral Reef Resource Systems*. ICLARM Conference Proceedings 44: 64–64.
- Done, T.J. 1995. Ecological criteria for evaluating coral reefs and their implications for managers and researchers. *Coral Reefs* 14(4): 183–192.
- Fitt, W.K., McFarland, F.K., Warner, M.E. and Chilcoat, G.C. 2000. Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching. *Limnology and Oceanography* 45(3): 677–685.
- Glynn, P.W. 1990. *Global Ecological Consequences of the 1982–83 El Niño – Southern Oscillation*. Elsevier, Amsterdam. 563 pp.
- Glynn, P.W. 1993. Coral reef bleaching: ecological perspectives. *Coral Reefs* 12: 1–17.
- Glynn, P.W. 1996. Coral reef bleaching: facts, hypothesis and implications. *Global Change Biology* 2(6): 495–509.
- Goreau, T.J. and Hayes, R.L. (1994) Coral bleaching and ocean hotspots. *Ambio* 23(3): 176–180.
- Goreau, T.J., McClanahan, T., Hayes, R. and Strong, A.E. 2000. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event. *Conservation Biology* 14(1): 5–15.
- Hodgson, G. 1999. A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin* 38(5): 345–355.
- Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research* 50(8): 839–866.
- Hoegh-Guldberg, O. and Jones, R. 1999. Photoinhibition and photoprotection in symbiotic dinoflagellates from reef-building corals. *Marine Ecology Progress Series* 183: 73–86.
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts and large scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265(5178): 1547–1551.
- Hunter, C.L. and Evans, C.W. 1995. Coral reefs in Kaneohe Bay, Hawaii – 2 centuries of Western influence and 2 decades of data. *Bulletin of Marine Science* 57(2): 501–515.
- Huppert, A. and Stone, L. 1998. Chaos in the Pacific's coral reef bleaching cycle. *American Naturalist* 152(3): 447–459.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1995. IPCC Second Assessment – Climate Change 1995: Summary for Policy Makers. Available online: [www.ipcc.ch/pub/sarsum1.htm](http://www.ipcc.ch/pub/sarsum1.htm)
- Jameson, S.C., McManus, J.W. and Spalding, M.D. 1995. *State of the Reefs: Regional and Global Perspectives*. Washington, D.C. ICRI, U.S. Department of State. 24 pp.
- Jones, R., Hoegh-Guldberg, O., Larkum, A.W.L. and Schreiber, U. 1998. Temperature induced bleaching of corals begins with impairment of dark metabolism in zooxanthellae. *Plant Cell and Environment* 21(12):1219–1230.
- Linden, O. and Sporrang, N. 1999. *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Reports and Presentations 1999*. CORDIO / SAREC Marine Science Program, Stockholm. 108 pp.
- Masalu, D.C.P. 2000. Coastal and marine resource use conflicts and sustainable development in Tanzania. *Ocean and Coastal Management* 43: 475–494.
- McClanahan, T.R., Done, T.J. and Polunin, N.V.C. In press. Resiliency of coral reefs. In L. Gunderson, C.S. Holling, B.O. Jansson and C. Folke (eds) *Resilience and the Behaviour of Large Scale Ecosystems*. John Wiley and Sons, New York.
- Moberg, F. and Folke, C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics* 29: 215–233.
- Moran, P. 1997. Crown of Thorns Starfish – Questions and Answers. Online Reference Series, Australian Institute of Marine Science. Available online: [www.aims.gov.au/pages/reflib/cot-starfish/pages/cot-000.html](http://www.aims.gov.au/pages/reflib/cot-starfish/pages/cot-000.html)
- Muscatine, L. 1990. The role of symbiotic algae in carbon and energy flux in reef corals. In Z. Dubinsky (ed.) *Coral Reefs: Ecosystems of the World*, Volume 25. Elsevier Science, Amsterdam: 75–87.
- Mumby, P.J. 1999. Bleaching and hurricane disturbances to populations of coral recruits in Belize. *Marine Ecology Progress Series* 190: 27–35.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2000. Oceanic Research and Applications (ORA) Division – Marine Applications Science Team – Coral Reef Bleaching Page. Available online: [www.orbit-net.nesdis.noaa.gov/orad/coral\\_bleaching\\_index.html](http://www.orbit-net.nesdis.noaa.gov/orad/coral_bleaching_index.html)
- Richmond, R.H. 1997. Reproduction and recruitment in corals: critical links in the persistence of coral reefs. In C. Birkeland (ed.) *Life and Death of Coral Reefs*. Chapman and Hall, New York: 175–197.
- Rowan, R. and Knowlton, N. 1995. Intraspecific diversity and ecological zonation in coral algal symbiosis. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 92(7): 2850–2853.
- Rowan, R., Knowlton, N., Baker, A. and Jara, J. 1997. Landscape ecology of algal symbionts creates variation within episodes of coral bleaching. *Nature* 388(6639): 265–269.
- Salvat, B. 1987. Human Impacts on Coral Reefs: Facts and Recommendations. Antenne Museum EPHE French Polynesia. 253 pp.
- Schick, J.M., Lesser, M.P. and Jokiel, P.L. 1996. Ultraviolet radiation and coral stress. *Global Change Biology* 2(6):527–545.
- Sebens, K.P. 1987. Coelenterata. In T.J. Pandian and F.J. Vernberg (eds) *Animal Energetics*. Academic Press, San Diego, California: 55–120.

- Spencer, T., Teleki, K.A., Bradshaw, C. and Spalding, M.D. 2000. Coral bleaching in the Southern Seychelles during the 1997–1998 Indian Ocean warming event. *Marine Pollution Bulletin* 40(7): 569–586.
- Strong, A.E., Kearns, E.J. and Gjovig, K.K. 2000. Sea surface temperature signals from satellites – an update. *Geophysical Research Letters* 27(11): 1667–1670.
- Turner, J.R., Klaus, R., Hardman, E., Fagoonee, I., Daby, D., Baghooli, R. and Persands, S. 2000a. The reefs of Mauritius. In D. Souter, D. Obura and O. Linden (eds) *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden CORDIO Programme.
- UNEP. 1999a. *Western Indian Ocean Environment Outlook*. United Nations Environment Programme. 79 pp.
- UNEP. 1999b. *Pacific Environment Outlook*. United Nations Environment Programme. 65 pp.
- UNEP. 1999c. *Caribbean Environment Outlook*. United Nations Environment Programme. 74 pp.
- Veron, J.E.N. 1995. *Coral in Space and Time: The Biogeography and Evolution of the Scleractinia*. Cornell University Press, Ithica, New York. 321 pp.
- Warner, M.E., Fitt, W.K., and Schmidt, G.W. 1996. The effects of elevated temperature on the photosynthetic efficiency of zooxanthellae in hospite from four different species of reef coral: a novel approach. *Plant, Cell and Environment* 19 (3): 291–299.
- Wells, S. and Hanna, N. 1992. *Greenpeace Book of Coral Reefs*. Blandford, U.K. 160 pp.
- Wilkinson, C.R. 1993. Coral reefs are facing widespread extinctions: can we prevent these through sustainable management practices? Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium, 22–27 June 1992, Guam 1: 11–21.
- Wilkinson, C.R. 1998. *Status of Coral Reefs of the World: 1998*. Australian Institute of Marine Science, Cape Ferguson, Queensland, Australia. 184 pp.
- Wilkinson, C.R. and Buddemeier, R.W. 1994. Global Climate Change and Coral Reefs: Implications for People and Reefs. Report of the UNEP-IOC-ASPEI-IUCN Global Task Team on Coral Reefs. IUCN Gland, Switzerland. 124 pp.
- Wilkinson, C.R., Linden, O., Cesar, H., Hodgson, G., Rubens, J. and Strong, A.E. 1999. Ecological and socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean: an ENSO impact and a warning of future change? *Ambio* 28: 188–196.
- Williams, E.H. and Bunkley-Williams, L. 1990. The worldwide coral reef bleaching cycles and related sources of coral mortality. *Atoll Research Bulletin* 335: 1–71.
- Recursos adicionais**
- Aronson, R.B., Precht, W.F., MacIntyre, I.G. and Murdoch, T.J.T. 2000. Coral bleach-out in Belize. *Nature* 405(6782): 36.
- Birkeland, C. 1997. *Life and Death of Coral Reefs*. New York: Chapman and Hall. 536 pp.
- Brown, B.E. and Ogden, J.C. 1993. Coral bleaching. *Scientific American* 268(1): 64–70.
- Cesar, H.S.J. 2000. *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs*. Sida Press, Stockholm, Sweden.
- Convention on Biological Diversity. 2000. Report of the Expert Consultation on Coral Bleaching. UNEP/CBD/SBSTTA/5/INF/11. Available online: [www.biodiv.org/jm.html](http://www.biodiv.org/jm.html)
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and VandenBelt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(6630): 253–260.
- Davidson, O.G. 1998. *The Enchanted Braid: Coming to Terms with Nature on the Coral Reef*. John Wiley and Sons Inc., New York. 269 pp.
- de Fontaubert, A.C., Downes, D.R. and Agardy, T. 1996. *Biodiversity in the Seas: Implementing the Convention on Biological Diversity in Marine and Coastal Habitats*. Gland, Switzerland: World Conservation Union. 86 pp.
- Eakin, C.M. 1996. Where have all the carbonates gone? A model comparison of calcium carbonate budgets before and after the 1982–1983 El Niño at Uva Island in the eastern Pacific. *Coral Reefs* 15(2): 109–119.
- ICRI. 1998. *Renewed Call for Action: International Coral Reef Initiative 1998*. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Queensland. 40 pp.
- Souter, D., Obura, D. and Linden, O. 2000. *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden.
- Spalding, M. and Grenfell, A.M. 1997. New estimates of global and regional coral reef areas. *Coral Reefs* 16(4): 225–230.
- UNEP/IUCN. 1988a. *Coral Reefs of the World. Volume 1: Atlantic and Eastern Pacific*. UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK/UNEP, Nairobi, Kenya. 373 pp.
- UNEP/IUCN. 1988b. *Coral Reefs of the World. Volume 2: Indian Ocean, Red Sea and Gulf*. UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK/UNEP, Nairobi, Kenya. 389 pp.
- UNEP/IUCN. 1988c. *Coral Reefs of the World. Volume 3: Central and Western Pacific*. UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK/UNEP, Nairobi, Kenya. 329 pp.

## Gestão de Recifes Branqueados e Severamente Danificados

### Referências

- Alcock, D. 1999. Building coral viewing platforms on tourist pontoons. CRC Reef Research Centre Exploring Reef Science Page. Available online: [www.reef.crc.org.au/4news/Exploring/feat49.html](http://www.reef.crc.org.au/4news/Exploring/feat49.html)
- Bak, R.P.M., Lambrechts, D.Y.M., Joenje, M., Nieuwland, G. and Van Veghel, M.L.J. 1996. Long-term changes on coral reefs in booming populations of a competitive colonial ascidian. *Marine Ecology Progress Series* 133(1–3): 303–306.
- Bijlsma, L., Crawford, M., Ehler, C., Hoozemans, F., Jones, V., Klein, R., Miermet, B., Mimura, N., Misdorp, R., Nicholls, R., Ries, K., Spradley, J., Stive, M., de Vrees, L. and Westmacott, S. 1993. *World Coast Conference Report*. World Coast Conference 1993, Noordwijk, the Netherlands, 1–5 November 1993. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, National Institute for Coastal and Marine Management, Coastal Zone Management Centre, The Hague, Netherlands. 115 pp.
- Cesar, H., Waheed, A., Saleem, M. and Wilhelminson, D. 2000. Assessing the impacts of the 1998 coral reef bleaching on tourism in Sri Lanka and Maldives. In D. Souter, D. Obura and O. Linden (eds) *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden CORDIO Programme.
- Cicin-Sain, B. and Knecht, R.W. 1998. *Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices*. Island Press, USA. 517 pp.
- Clark, J.R. 1996. *Coastal Zone Management Handbook*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. 694 pp.
- Clark, S. and Edwards, A.J. 1995. Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: evaluation of a case study in the Maldives Islands. *Coral Reefs* 14(4): 201–213.
- Clark, S. and Edwards, A.J. 1999. An evaluation of artificial reef structures as tools for marine habitat rehabilitation in the Maldives. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 9: 5–21.
- Darwall, W.R.T. and Dulvey, N.K. 1996. An evaluation of the suitability of non-specialist volunteer researchers for coral reef fish surveys. Mafia Island, Tanzania – a case study. *Biological Conservation* 78(3): 223–231.
- Done, T.J. 1992. Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrobiologia* 247 (1–3): 121–132.

- Eckert, G.J. 1987. Estimates of adult and juvenile mortality for labrid fishes at One Tree Reef, Great Barrier Reef. *Marine Biology* 95(2): 167–171.
- Edwards, A.J. and Clark, S. 1999. Coral transplantation: a useful management tool or misguided meddling? *Marine Pollution Bulletin* 37(8–12): 474–487.
- Eggleston, D.B. 1995. Recruitment in Nassau grouper *Epinephelus striatus*: post-settlement abundance, microhabitat features, and ontogenetic habitat shifts. *Marine Ecology Progress Series* 124(1–3): 9–22.
- Ehler, C.N., Cicin-Sain, B., Knecht, R.W., South, R. and Weiher, R. 1997. Guidelines to assist policy makers and managers of coastal areas in the integration of coastal management programs and national climate-change action plans. *Ocean and Coastal Management* 37(1): 7–27.
- English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institute of Marine Science, Queensland, Australia. 390 pp.
- Franklin, H., Muhando, C.A. and Lindahl, U. 1998. Coral culturing and temporal recruitment patterns in Zanzibar, Tanzania. *Ambio* 27(8): 651–655.
- Francis, J., Semesi, A.K. and Daffa, J. 1997. Integrated coastal zone management in Tanzania. In O. Lindén and C.G. Lundin (eds) *The Journey from Arusha to Seychelles: successes and failures in integrated coastal zone management in Eastern Africa and island states*. Proc. Second Policy Conference on Integrated Coastal Zone Management in Eastern Africa and Island States, Seychelles, 23–25 October 1996: 195–211.
- Francis, J., van Zwol, C., Sadacharan, D. and Mohamed, S. 1999. *Marine Protected Areas Management: a framework for capacity building in the Western Indian Ocean region*. Proceedings of the Regional Planning Workshop on the Training Needs for Marine Protected Areas Management. Zanzibar, Tanzania, 31 May–3 June, 1999. Coastal Zone Management Center, The Netherlands, The World Bank, and the Institute of Marine Sciences, University of Dar es Salaam, Tanzania. 49 pp.
- Gibson, J., McField, M. and Wells, S. 1998. Coral reef management in Belize: and approach through integrated coastal zone management. *Ocean and Coastal Management* 39: 229–244.
- Goreau, T.J., McClanahan, T., Hayes, R. and Strong, A.E. 2000. Conservation of coral reefs after the 1998 global bleaching event. *Conservation Biology* 14(1): 5–15.
- Hatzitolos, M.E. 1997. A World Bank framework for ICZM with special emphasis on Africa. *Ocean and Coastal Management* 37(3): 281–294.
- Heeger, T., Cashman, M. and Sotto, F. 1999. *Coral farming as alternative livelihood, for sustainable natural resource management and coral reef rehabilitation*. Proceedings of Oceanology International 99, Pacific Rim, Singapore: 171–186.
- Heeger, T., Sotto, F., Gatus, J.J. and Laron, C. 2000. *Community-based coral farming for reef rehabilitation, biodiversity conservation and as a livelihood option for fisherfolk*. Proc. ADSEA, SEAFDEC Philippines.
- Hilbertz, W.H., Fletcher, D. and Krausse, C. 1977. Mineral accretion technology: applications for architecture and aquaculture. *Industrial Forum* 8: 75–84.
- Hilbertz, W.H. 1981. The electrodeposition of minerals in seawater for the construction and maintenance of artificial reefs. In D.Y. Aska (ed.) *Artificial Reefs: Conference Proceedings*. Florida Sea Grant College: 123–148.
- Hodgson, G. 1999. A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin* 38(5): 345–355.
- Hodgson, G. 2000. Coral reef monitoring and management using Reef Check. *Integrated Coastal Zone Management* 1(1): 169–179.
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts and large scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265(5178): 1547–1551.
- Kelleher, G. 1999. *Guidelines for marine protected areas*. IUCN, Gland, Switzerland. 107 pp.
- Lewis, A.R. 1997. Recruitment and post-recruit immigration affect the local population size of coral reef fishes. *Coral Reefs* 16(3): 139–149.
- Lindahl, U. 1998. Low-tech rehabilitation of degraded coral reefs through transplantation of staghorn corals. *Ambio* 27(8): 645–650.
- Lindén, O. and Lundin, C.G. 1997. *The Journey from Arusha to Seychelles: successes and failures of integrated coastal zone management in Eastern Africa and island states*. Proc. 2nd Policy Conference on Integrated Coastal Zone Management in Eastern Africa and Island States, Seychelles, 23–25 October, 1996.
- McClanahan, T.R., Hendrick, V., Rodrigues, M.J. and Polunin, N.V.C. 1999. Varying responses of herbivorous and invertebrate-feeding fishes to macroalgal reduction on a coral reef. *Coral Reefs* 18(3): 195–203.
- McClanahan, T.R. and Pet-Soede, L. 2000. Kenyan coral reef fish, fisheries and economics – trends and status after the 1998 coral mortality. In S. Westmacott, H. Cesar and L. Pet-Soede (eds) *Socioeconomic Assessment of the Impacts of the 1998 Coral Reef Bleaching in the Indian Ocean*. Resource Analysis and Institute for Environmental Science (IVM) Report to the World Bank, African Environmental Division for the CORDIO programme.
- Medley, P.A., Gaudian, G. and Wells, S. 1993. Coral reef fisheries stock assessment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3(3): 242–285.
- Meyer, T. and Schillak, L. 2000. Mineral substrates for artificial reefs – a new technology for integrated coastal zone management: experiences and approaches; *Integrated Coastal Zone Management* 1(1): 233–238.
- Muhando, C. 1999. Assessment of the extent of damage, socioeconomic effects, mitigation and recovery in Tanzania. In O. Lindén and N. Sporrang (eds) *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Reports and Presentations 1999* CORDIO/SAREC Marine Science Program, Stockholm: 43–47.
- Mumby, P.J., Harborne, A.R., Raines, P.S. and Ridley, J.M. 1995. A critical assessment of data derived from Coral Cay Conservation volunteers. *Bulletin of Marine Science* 56(3): 737–751.
- Pet-Soede, L. 2000. The effects of coral bleaching on fisheries in the Indian Ocean. In S. Westmacott, H. Cesar and L. Pet-Soede (eds) *Socioeconomic Assessment of the Impacts of the 1998 Coral Reef Bleaching in the Indian Ocean*. Resource Analysis and Institute for Environmental Science (IVM) Report to the World Bank, African Environmental Division for the CORDIO programme.
- Post, J.C. and Lundin, C.G. 1996. *Guidelines for integrated coastal zone management*. The World Bank, USA. 16 pp.
- Quod, J.P., Turquet, J., Conejero, S., Ralijaona, C. 2000. Ciguatera risk assessment in the Indian Ocean following the 1998 coral bleaching event. In D. Souter, D. Obura and O. Lindén (eds) *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden CORDIO programme.
- ReefBall. 2000. ReefBall Homepage. Available online: [www.reefball.com](http://www.reefball.com)
- Rilov, G. and Benayahu, Y. 1998. Vertical artificial structures as an alternative habitat for coral reef fishes in disturbed environments. *Marine Environmental Research* 45(4–5): 431–451.
- Roberts, C. 1998. Source, sinks and the design of marine reserve networks. *Fisheries* 23(7): 16–19.
- Robertson, D.R. and Gaines, S.D. 1986. Interference competition structures habitat use in a local assemblage of coral reef surgeonfishes. *Ecology* 67(5): 1372–1383.
- Salm, R.V. and Clark, J.R. 1984. *Marine and Coastal Protected Areas: A Guide for Planners and Managers*. IUCN, Gland, Switzerland. 302 pp.
- Schillak, L. and Meyer, T. 1999. *ARCON – a new technology for the submerge production of artificial reefs as tool for the management of sublittoral habitats*. Proceedings of the 7th International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats (7th CARAH), 7–11 October 1999, San Remo, Italy: 318–328.
- Schmitt, E.F. and Sullivan, K.M. 1996. Analysis of a volunteer method for collecting fish presence and abundance data in the Florida Keys. *Bulletin of Marine Science* 59(2): 404–416.

- Souter, D., Obura, D. and Linden, O. 2000. *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden.
- Spurgeon, J. 1999. The Socioeconomic costs and benefits of coastal habitat rehabilitation and creation. *Marine Pollution Bulletin* 37(8-12): 373-382.
- Turner, J.R., Klaus, R., Hardman, E., Fagoonee, I., Daby, D., Baghooli, R. and Persands, S. 2000a. The reefs of Mauritius. In D. Souter, D. Obura and O. Linden (eds) *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden CORDIO Programme.
- Turner, J.R., Klaus, R. and Engelhardt, U. 2000b. The reefs of the Seychelles Granitic Islands. In D. Souter, D. Obura and O. Linden (eds) *Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report 2000*. CORDIO/SAREC Marine Science, Sweden CORDIO Programme.
- UNEP. 1999a. *Western Indian Ocean Environment Outlook*. United Nations Environment Programme. 79 pp.
- van Treeck, P. and Schuhmacher, H. 1998. Mass diving tourism – a new dimension calls for new management approaches. *Marine Pollution Bulletin* 37(8-12): 499-504.
- van Treeck, P. and Schuhmacher, H. 1999. Artificial reefs created by electrolysis and coral transplantation: An approach ensuring the compatibility of environmental protection and diving tourism. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 49 (suppl): 75-81.
- van Veghel, M.L.J. and De Meyer, K. 1993. Abundance and temporal dynamics of the tropical compound ascidian *Trididemnum solidum* along the coast of Bonaire. Reef Care, Curaçao and the Bonaire Marine Park. 12 pp.
- Walters, J.S., Maragos, J., Siar, S. and White, A.T. 1998. *Participatory Coastal Resource Assessment: A Handbook for Community Workers and Coastal Resource Managers*. Coastal Resource Management Project and Silliman University, Cebu City, Philippines. 113 pp.
- Watson, R.T., Zinyowera, M.C. and Moss, R.H. 1996. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, New York, New York. 889 pp.
- Wells, S.M. 1995. *Reef Assessment and Monitoring using Volunteers and Non-Professionals*. University of York and Coral Cay Conservation, U.K. 57 pp.
- Westmacott, S. and Lawton, C. 2000. The impact of coral bleaching on tourism in Seychelles. In S. Westmacott, H. Cesar and L. Pet-Soede (eds) *Socioeconomic Assessment of the Impacts of the 1998 Coral Reef Bleaching in the Indian Ocean*. Resource Analysis and Institute for Environmental Science (IVM) Report to the World Bank, African Environmental Division for the CORDIO programme.
- Westmacott, S., Cesar, H. and Pet-Soede, L. 2000a. *Socioeconomic Assessment of the Impacts of the 1998 Coral Reef Bleaching in the Indian Ocean*. Resource Analysis and Institute for Environmental Science (IVM) Report to the World Bank, African Environmental Division for the CORDIO programme.
- Westmacott, S., Ngugi, I. and Andersson, J. 2000b. Assessing the impacts of the 1998 coral reef bleaching on tourism in Tanzania and Kenya. In S. Westmacott, H. Cesar and L. Pet-Soede (eds) *Socioeconomic Assessment of the Impacts of the 1998 Coral Reef Bleaching in the Indian Ocean*. Resource Analysis and Institute for Environmental Science (IVM) Report to the World Bank, African Environmental Division for the CORDIO programme.
- White, A.T. and Cruz-Trinidad, A. 1998. The values of the Philippine coastal resources: why protection and management is critical? Coastal Resource Management Project, Cebu City, Philippines. 69 pp.
- Whitmarsh, D. (1997) Artificial reefs: the law and the profits. *Marine Pollution Bulletin* 34(1): 2-3.
- Wilhelmsson, D., Ohman, M.C., Stahl, H. and Shelsinger, Y. 1998. Artificial reefs and dive tourism in Eilat, Israel. *Ambio* 27(8): 764-766.
- Wilkinson, C. 1998. *Status of Coral Reefs of the World: 1998*. Australian Institute of Marine Science, Queensland, Australia. 184 pp.
- ### Recursos adicionais
- Brown, B.E. 1997. *Integrated Coastal Management: South Asia*. Department of Marine Sciences and Coastal Management, University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, UK.
- Conand, C., Bigot, L., Chabanet, P. and Quod, J.P. 1997. Manuel méthodologique pour le suivi de l'état de santé des récifs coralliens du Sud-Ouest de l'océan Indien. Manuel technique PRE-COI/UE. 27 pp.
- McClanahan, T.R., Glaesel, H., Rubens, J. and Kiambo, R. 1997. The effects of traditional fisheries management on fisheries yields and the coral-reef ecosystems of southern Kenya. *Environmental Conservation* 24(2): 105-120.
- Pastorok, R.A. and Bilyard, G. 1985. Effects of sewage pollution on coral reef communities. *Marine Ecology Progress Series* 21(1-2): 175-189.
- Pickering, H., Whitmarsh, D. and Jensen, A. 1998. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: investigating the potential. *Marine Pollution Bulletin* 37(8-12): 505-514.
- Russ, G.R. and Alcala, A.C. 1996. Do marine reserves export adult fish biomass? Evidence from Apo Island, central Philippines. *Marine Ecology Progress Series* 132(1-3): 1-9.
- Rogers, C.S., Garrison, G., Grober, R., Hillis, Z.M. and Franke, M.A. 1994. *Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic*. United States National Park Service, U.S. Virgin Islands.
- Polunin, N.V.C. and Roberts, C.M. 1996. *Reef Fisheries*. London, Chapman and Hall. 477 pp.
- ### Sites da Internet
- Caribbean Coastal Marine Productivity Program (CARICOMP): [isis.uwimona.edu.jm/centres/cms/caricomp](http://isis.uwimona.edu.jm/centres/cms/caricomp)
- CARICOMP 1999 Report: [www.unesco.org/csi/pub/papers/papers3.htm](http://www.unesco.org/csi/pub/papers/papers3.htm)
- CEDAM: [www.cedam.org](http://www.cedam.org)
- Convention on Biological Diversity: [www.biodiv.org/jm.html](http://www.biodiv.org/jm.html)
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES): [www.cites.org](http://www.cites.org)
- Coral Assessment protocols and methods: [www.coral.noaa.gov/methods.html](http://www.coral.noaa.gov/methods.html)
- Coral Cay Conservation: [www.coralcay.org](http://www.coralcay.org)
- Coral Health, Assessment and Monitoring Page: [www.coral.aoml.noaa.gov](http://www.coral.aoml.noaa.gov)
- Coral Reef Degradation in the Indian Ocean (CORDIO): [www.cordio.org](http://www.cordio.org)
- Earthwatch: [www.earthwatch.org](http://www.earthwatch.org)
- Frontier: [www.frontierprojects.ac.uk](http://www.frontierprojects.ac.uk)
- Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN): [www.coral.noaa.gov/gcrmn](http://www.coral.noaa.gov/gcrmn)
- ICM Bibliography by Island Resources Foundation: [www.irf.org/irczrefs.html](http://www.irf.org/irczrefs.html)
- ICM websites collected by Newcastle University: [www.ncl.ac.uk/tcmweb/tcm/czmlinks.htm](http://www.ncl.ac.uk/tcmweb/tcm/czmlinks.htm)
- International Coral Reef Initiative (ICRI): [www.environnement.gouv.fr/icri](http://www.environnement.gouv.fr/icri)
- International Maritime Organisation (IMO): [www.imo.org](http://www.imo.org)
- Jakarta Mandate on Marine and Coastal Biological Diversity: [www.biodiv.org/jm.html](http://www.biodiv.org/jm.html)
- Ocean hot spots: [www.psbgs1.nesdis.noaa.gov:8080/PSB/EPS/SST/climohot.html](http://www.psbgs1.nesdis.noaa.gov:8080/PSB/EPS/SST/climohot.html)
- Raleigh International: [www.raleigh.org.uk](http://www.raleigh.org.uk)
- Reef Base: [www.cgjar.org/iclarm/resprg/reefbase/framet](http://www.cgjar.org/iclarm/resprg/reefbase/framet)
- Reef Check: [www.reefcheck.org](http://www.reefcheck.org)
- REEF: Reef Environmental Education Foundation: [www.reef.org](http://www.reef.org)
- Reef Keeper International: [www.reefkeeper.org/](http://www.reefkeeper.org/)

# Contactos Úteis e Endereços

## **CORDIO (Coral Reef Degradation in the Indian Ocean)**

Contact person: Dr. Olof Lindén  
Timmermon,  
61060 Tystberga, Sweden  
Tel: + 46 156 31077  
Fax: + 46 156 31087  
olof.linden@cordio.org  
www.cordio.org

## **Coral Reef Alliance (CORAL)**

2014 Shattuck Avenue,  
Berkeley, CA 94704-1117 U.S.A.  
Tel: +1 510 848 0110  
Fax: +1 510 848 3720  
Toll-free: 1-888-CORAL REEF  
info@coral.org  
www.coral.org

## **IUCN Eastern African Regional Office**

Contact person: Sue Wells  
P.O. Box 68200,  
Nairobi, Kenya  
Tel: +254 2 890605  
Fax: +254 2 890615  
smw@iucnearo.org  
www.iucn.org

## **IUCN Washington**

Contact person: John Waugh  
1630 Connecticut Ave., N.W. - Third Floor,  
Washington, D.C. 20009, U.S.A.  
Tel: +1 202 387 4826  
Fax: +1 202 387 4823  
jwaugh@iucnus.org  
www.iucnus.org

## **The Secretariat of the Convention on Biological Diversity**

World Trade Center  
393 St Jacques Street, Office 300,  
Montreal, Quebec, Canada H2Y 1N9  
Tel: +1 514 288 2220  
Fax: +1 514 288 6588  
secretariat@biodiv.org  
www.biodiv.org

## **Secretariat for Eastern African Coastal Area Management (SEACAM)**

874, Av. Amílcar Cabral, 1st floor,  
Caixa Postal 4220,  
Maputo, Mozambique  
Tel: +258 1 300641/2  
Fax: +258 1 300638  
seacam@virconn.com  
www.seacam.mz

## **U.S. Agency for International Development (USAID)**

Ronald Reagan Building  
Washington, D.C. 20523-0016, U.S.A.  
Tel: 202-712-4810  
Fax: 202-216-3524  
pinquiries@usaid.gov  
www.usaid.gov

## **World Bank CORDIO programme**

contact person: Indu Hewawasam  
Environment Group - Africa Region,  
The World Bank,  
1818 H Street,  
N.W. Washington D.C. 20433, U.S.A.  
Tel: 1 202 473 5559  
Fax: 1 202 473 8185  
ihewawasam@worldbank.org  
www.worldbank.org

## **World Conservation Monitoring Centre**

219 Huntingdon Road,  
Cambridge CB3 0DL, U.K.  
Tel: +44 1223 277314  
Fax: +44 1223 277136  
www.wcmc.org.uk

## **World Wide Fund for Nature (WWF)**

WWF International,  
Ave du Mont Blanc,  
CH 1196 Gland, Switzerland  
Tel: +41 22 364 9111  
Fax: + 41 22 364 5358  
www.panda.org