



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ – UESC**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - DCB**

**Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais - SAT**

**Linha de pesquisa:** Ecologia de comunidades e ecossistemas aquáticos tropicais

**Padrões de resposta da comunidade coralínea a fatores ambientais associados à ação humana no Banco de Abrolhos, Brasil.**

**Laís Muniz Oliveira do Rosário Leite**

**Ilhéus, 2012**

**Laís Muniz Oliveira do Rosário Leite**

**Padrões de resposta da comunidade coralínea a fatores ambientais associados à ação humana no Banco de Abrolhos, Brasil.**

Dissertação apresentada, para obtenção do título de Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais, à Universidade Estadual de Santa Cruz.

Linha de pesquisa: Ecologia de comunidades e ecossistemas aquáticos tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Gil Marcelo Reuss-Strenzel

**Ilhéus, 2012**

L533 Leite, Laís Muniz Oliveira do Rosário.  
Padrões de resposta da comunidade coralínea a fatores ambientais associados à ação humana no Banco de Abrolhos, Brasil / Laís Muniz Oliveira do Rosário Leite. – Ilhéus, BA : UESC, 2012.  
30 f. : il.

Orientador : Gil Marcelo Reuss-Strenzel.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz . Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Inclui referências.

1. Recifes e ilhas de coral. 2. Ecologia dos recifes de coral. 3. Impacto ambiental. 4. Sensoriamento remoto.  
I. Título.

CDD 551.46137

**Padrões de resposta da comunidade coralínea a fatores  
ambientais associados à ação humana no Banco de  
Abrolhos, Brasil.**

Comissão examinadora:

---

Dr. Gil Marcelo Reuss-Strenzel  
UESC/ Departamento de Ciências Agrárias  
(orientador)

---

Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Schilling  
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas  
(membro externo)

---

Dr. Rodrigo Leão de Moura  
UFRJ/ Departamento de Biologia Marinha  
(membro externo)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro, agradeço a Deus pelo amparo e sustento em todos os momentos.

A minha família pelo suporte nos momentos de estresse, constante apoio e afeto imensuráveis.

Ao meu orientador e amigo, Gil Marcelo, por todo o suporte dado ao longo desses dois anos, pela amizade e, sobretudo por ter me apresentado ao estudo dos corais e ao sensoriamento remoto. Sem dúvidas, sua atenção e ensinamentos foram fundamentais para desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de curso que dividiram esse momento comigo pelo companheirismo. Em especial, a amarela Laize Queiroz, pela verdadeira amizade, pelas conversas, pelas risadas e até mesmo pelas reclamações (rs) e a Helen por sua disponibilidade em ajudar sempre que necessário e por sua companhia.

As minhas colegas de Laboratório: Aline, Letícia, Paula, Irlanda e Ingrid, pelo ajuda nas diversas situações durante a elaboração do trabalho, pelos momentos de descontração e amizade.

À equipe da ONG - Conservação Internacional, em especial à Rodrigo Moura e Ronaldo Francini – Filho pela concessão dos dados.

Aos professores Ana Schilling e Marcelo Landim, pelos conselhos e sugestões na construção deste trabalho.

À Fundação de Amparo a Pesquisa - FAPESB, pelo apoio financeiro ao longo desses dois anos .

À Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, pela infraestrutura oferecida.

Sem a participação de cada um de vocês este trabalho não seria possível, por isso, meu MUITO OBRIGADA!!!

# Índice

ABSTRACT	i
RESUMO	ii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	
Área de estudo	2
Variáveis ambientais	4
Variáveis bióticas	5
Análises dos dados	6
RESULTADOS	
Variáveis ambientais	7
Variáveis bióticas	9
Análise de Correspondência Canônica Parcial (ACCp)	12
DISCUSSÃO	
Variáveis ambientais	16
Comunidade	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
ANEXO	27

# **Padrões de resposta da comunidade coralínea a fatores ambientais associados à ação humana no Banco de Abrolhos, Brasil.**

Laís Muniz Oliveira do Rosário Leite

Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia  
Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.  
E-mail: rosário.lais@gmail.com

## **Patterns of community coralline response to environmental factors associated with human action in the Abrolhos Bank, Brazil.**

**ABSTRACT:** Brazil's Banco de Abrolhos is the biggest biodiversity and endemism hotspot in the Southwest Atlantic. Its conservation is of fundamental importance to the survival of rare and vulnerable coralline species, which distribution is restricted, in many cases, to the Brazilian coast. The comprehension of how the environmental factors, mainly the ones originated from human actions, influence the benthic reef composition is extremely important to support strategies of management of this ecosystem. This work aims; therefore, evaluate the answers of the benthic community that composes the coralline reefs in the Banco de Abrolhos with water quality and overfishing indicators. For this, the following environmental data, related to the continental drainage, were obtained by MODIS products, starting from the database Giovanni: Chlorophyll, Turbidity, Dissolved Organic Matter (DOM), Particulate Organic Carbon (POC) and Inorganic Carbon Particulate (PIC). Complementarily, it was estimated the Total Suspended Solids (TSS), by use of TM images, using data about fishing locations and depth. Data about the benthic composition were obtained by submarine digital photos, in twelve sampling points constituted of ten plots of 1m<sup>2</sup>. An exploratory analysis was performed using partial Canonical Correspondence Analysis (pCCA) to identify the environmental variables with more influence over the benthic community. The reduced eigenvalues verified in the CCA suggest stability in the benthic composition over the collection points and some variability in its coverage percentages. Leafy seaweeds were associated to locations with bigger concentration of TSS, while octocorals predominate in areas with bigger concentration of DOM and POC. Among the corals, *Scolymia wellsi*, *Agaricia* and *Porites* proved to be more sensitive to the continental drainage, while *Mussisimilia*, *Millepora* and *Montastrea* proved to be more tolerant.

**Keywords:** Remote sensing, environmental impact, coral reef.

## **Padrões de resposta da comunidade coralínea a fatores ambientais associados à ação humana no Banco de Abrolhos, Brasil.**

**RESUMO:** O Banco de Abrolhos é o maior *hotspot* de biodiversidade e endemismo do Atlântico Sul Ocidental. Sua conservação é de fundamental importância para a sobrevivência de espécies coralinas raras e vulneráveis, cuja distribuição está restrita, em muitos casos, ao litoral brasileiro. A compreensão de como os fatores ambientais, principalmente aqueles originados pela ação humana, influenciam a composição bêntica recifal é de suma importância para embasar estratégias de manejo deste ecossistema. Este trabalho visa, portanto, avaliar as repostas da comunidade bêntica que compõem os recifes coralinos no Banco de Abrolhos, frente a indicadores de qualidade de água e sobrepesca. Para isso, os seguintes dados ambientais, relacionados ao aporte continental, foram obtidos por meio de produtos MODIS a partir da base de dados Giovanni: Clorofila, Turbidez, Matéria Orgânica Dissolvida (MOD), Carbono Orgânico Particulado (COP) e Carbono Inorgânico Particulado (CIP). Complementarmente foi estimado o Total de Sólidos em Suspensão (TSS) a partir de imagens TM, empregados dados sobre locais de pesca e profundidade. Dados sobre a composição bêntica foram obtidos através de fotografias digitais submarinas, em 12 pontos de amostragem constituídos por 10 parcelas de 1m<sup>2</sup>. Uma análise exploratória foi efetuada empregando Análise de Correspondência Canônica parcial (ACCp) para identificar as variáveis ambientais com maior influência sobre a comunidade bêntica. Os reduzidos autovalores verificados na ACC sugerem estabilidade na composição bentônica ao longo dos pontos de coleta e alguma variabilidade em seus percentuais de cobertura. Algas frondosas estiveram associadas a locais com maiores concentrações de TSS, enquanto octocorais predominaram em áreas com maiores concentrações de MOD e COP. Dentre os corais, *Scolymia wellsi*, *Agaricia*, *Porites* mostraram-se mais sensíveis ao aporte continental, enquanto *Mussisimilia*, *Millepora* e *Montastrea* mostram-se mais tolerantes.

**Palavras chaves:** Sensoriamento remoto, impacto ambiental, recife de coral.



## INTRODUÇÃO

Os recifes brasileiros crescem em ambientes físicos específicos, distintos dos recifes do Caribe ou Indo-Pacífico, principalmente no que diz respeito à sedimentação (Leão et al. 2003, Leão & Kikuchi 2005). No Brasil, os recifes coralíneos estão distribuídos ao longo de 3000 km da costa nordeste, constituindo-se no único sistema coralíneo do Atlântico Sul, onde se destaca o elevado grau de endemismo (Prates, 2006). No extremo Sul da Bahia encontra-se um extenso alargamento da Plataforma Continental. Trata-se do Banco de Abrolhos, onde ocorre o maior *hotspot* de biodiversidade e endemismo do Atlântico Sul, esse é único local onde ocorrem todas as 17 espécies de corais pétreos que habitam o Atlântico Sul Ocidental.

Nas últimas décadas os recifes coralinos vêm sendo degradados principalmente devido à ação humana (Buddemeier et al. 2004, Leão et al. 2006). O uso inadequado do solo, principal responsável pelo incremento do aporte sedimentar sobre a Plataforma Continental, em conjunto com a descarga de efluentes domésticos e agrícolas no oceano, vêm provocando a eutrofização, a contaminação e o incremento da turbidez e da carga sedimentar nas águas costeiras (Costa 2000, Leão 2003). A eutrofização proporciona o crescimento descontrolado de microalgas, macrófitas e filtradores heterotróficos (Costa 2000, Fabricius 2005). Outro fator responsável pela degradação dos recifes é a sobre-exploração dos recursos pesqueiros, que pode provocar uma severa redução na biodiversidade recifal, levando a perdas na capacidade destes ecossistemas em recuperar-se de perturbações (Bellwood et al. 2004).

O aporte excessivo de sedimentos acarreta na redução da riqueza, do percentual de cobertura, do diâmetro das colônias e das taxas de recrutamento e crescimento, dos corais pétreos, além do incremento na ocorrência das enfermidades (Rogers 1990, Fabricius 2005, Dutra 2006, Leão et al. 2006, Segal & Castro 2011). As algas calcárias,

que desempenham um importante papel na construção dos recifes, como facilitadoras do assentamento dos recrutas do coral, também são afetadas negativamente pela sedimentação (Fabricius 2005).

Neste contexto, este trabalho busca compreender como a composição biótica da comunidade coralina do Banco de Abrolhos responde aos impactos causados por fatores associados à atividade humana como a turbidez, o aporte de nutrientes e matéria orgânica e a pesca.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de estudo*

O Banco de Abrolhos está localizado no sul do estado da Bahia ( $16^{\circ}54'S$ - $19^{\circ}43'S$  e  $37^{\circ}6'W$ - $18^{\circ}26'W$ ). É constituído por um alargamento da Plataforma Continental Leste Brasileira (Leão 2002). A geomorfologia dos recifes é caracterizada por estruturas únicas que crescem isoladamente em forma de cogumelo denominada “chapeirões”. A maioria dos bancos recifais está orientado paralelamente à costa (Leão et al. 2003).

Os recifes do Banco de Abrolhos são compostos pelos arcos interno e externo. O primeiro é formado por chapeirões de formas e dimensões variadas, que podem se unir no topo formando bancos recifais, com profundidades inferiores a 15m. O arco externo é formado por chapeirões isolados que se erguem como colunas desde o fundo, a cerca de 25 m de profundidade, até a superfície onde o topo se alarga em forma de cogumelo (Leão 2002, Leão et al. 2003).

Entre as fontes de sedimentos em suspensão do Banco de Abrolhos, encontram-se rios de pequeno porte que deságuam na costa adjacente, como o Rio Peruípe cuja vazão média entre 2002 e 2008 foi de  $19 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , o Rio Alcobaça, com  $33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  e o Rio Jacuruçu vazão com  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (ANA 2011). Há dois rios de grande porte na região, o

Rio Doce ( $910 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) que desemboca no extremo sul do Banco de Abrolhos e o Jequitinhonha ( $280 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), cuja foz está cerca de 200 Km ao norte da área amostrada. Apesar destes rios não desaguarem diretamente sobre o Banco de Abrolhos, sua contribuição no aporte sedimentar aos recifes deve ser considerada, devido a sua elevada descarga média e expressiva carga sedimentar.

Outra importante fonte de sedimentos para a Plataforma Interna no Litoral Sul da Bahia é o Grupo Barreiras. Trata-se de uma unidade geológica sedimentar formada durante eventos transgressivos ocorridos no Mioceno (Arai 2006). A erosão do Grupo Barreiras e os sedimentos fluviais são fontes de sedimentos siliclásticos lamosos provenientes do continente para os recifes do arco costeiro de Abrolhos (Leão 2002). Este processo contribui para formar no Banco de Abrolhos uma fácies sedimentar dominada por sedimentos siliclásticos na área do arco recifal interno, e outra no arco externo, dominada por sedimentos carbonáticos produzidos pelos organismos recifais (Leão & Ginsburg 1997, Leão 2002).

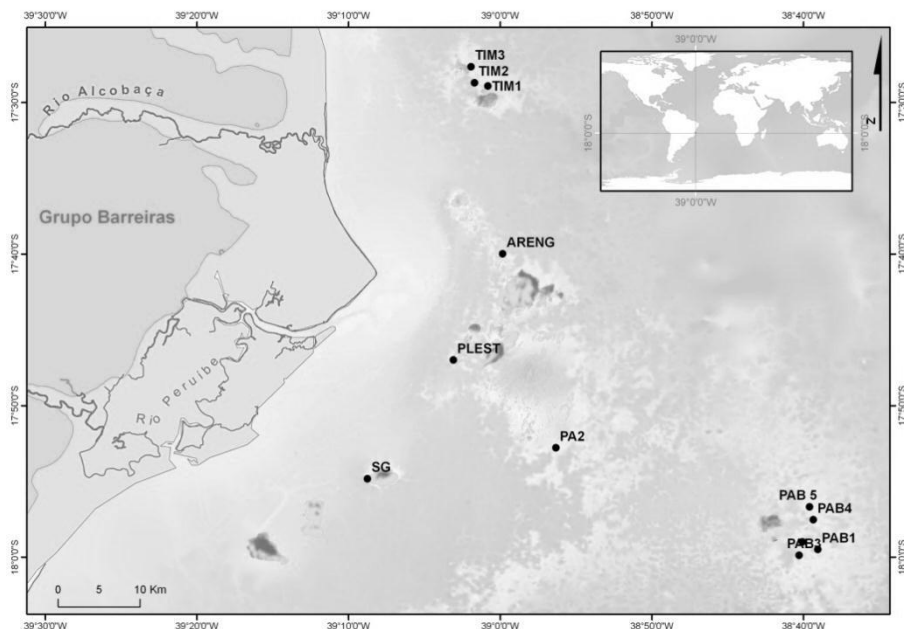


Fig. 1: Mapa da área de estudo com os pontos amostrados. SG-Sebastião Gomes; PLEST – Pedra de Leste; ARENG- Arengueira; PA2- Paredes2; TIM-Timbebas; PAB- Parcel de Abrolhos.

### *Variáveis ambientais*

Foram empregados produtos MODIS para o Oceano (MODOCEAN) para gerar estimativas sobre Matéria Orgânica Dissolvida (MOD), Carbono Orgânico Particulado (COP  $\text{mg.m}^{-3}$ ), Carbono Inorgânico Particulado (CIP  $\text{mol.m}^{-3}$ ), concentração de Clorofila-a ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) e coeficiente de atenuação da luz difusa em  $0,490 \mu\text{m}$  ( $\text{K490 m}^{-1}$ ), que indica a turbidez. Tais produtos são confeccionados a partir de imagens adquiridas pelo sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) a bordo do satélite *Acqua* da *Earth Observing System* (EOS) e disponibilizados gratuitamente pela NASA por meio da interface para recuperação e visualização de dados orbitais Giovanni (GES-DISC [*Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center Interactive Online Visualization AND aNalysis Infrastructure*; <http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov>]). Os dados, obtidos em formato HDF, contêm as médias calculadas entre julho de 2002 e dezembro 2008 para cada variável, com resolução espacial de 4 km. Os pontos de amostragem PAB1-3, situados a menos de 4 km entre si, foram incluídos no mesmo pixel, o que os torna idênticos para estas variáveis. O mesmo ocorreu como PAB5-4 e TIM1-2 (Fig. 2).

Além das variáveis adquiridas na plataforma Giovanni foram empregadas estimativas de Total de Sólidos em Suspensão (TSS), efetuadas a partir de imagens TM (Figura 2F), obtidas junto à Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI/INPE; <http://www.dgi.inpe.br/CDSR>). As imagens foram submetidas à restauração radiométrica e geométrica. A reflectância em superfície foi calculada com a extensão ATCOR2 do software ERDAS IMAGINE® (Richter, 2000). O cálculo do TSS ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) foi efetuado aplicando-se um modelo empírico modificado por Falcão et al. (2011), a partir de Tassan (1997) (Equação 1). Os valores de TSS empregados na análise estatística são as médias calculadas entre oito imagens TM,

obtidas em 25/05/1993, 05/06/1997, 24/08/1997, 13/07/2005, 19/07/2007, 15/03/2008, 17/02/2010 e 22/04/2010 na órbita 215/72.

$$\text{TSS} = -10,6 + 15,8 \cdot (\ln \rho_3) \quad \text{Equação 1}$$

Onde  $\rho_3$  é a reflectância em superfície calculada a partir da banda 3 da imagem TM, que abrange a radiação eletromagnética com comprimentos de ondas entre 0.63 e 0.69  $\mu\text{m}$ , correspondentes ao vermelho.

Para avaliar o uso da distância até a costa como *proxy* para as variáveis relacionadas à qualidade da água, foram calculadas as distâncias euclidianas entre costa e os pontos de amostragem por meio do software ArcGis<sup>®</sup>9.3.

A influência da pressão pesqueira sobre a cobertura benthica também foi investigada, uma vez que ela exerce controle *top-down* sobre a estrutura da comunidade recifal (Bellwood 2004, Francini-Filho et al. 2010). Dados sobre locais de pesca, cedidos por R.B. Francini-Filho (UFPB) e R.L. Moura (UFRJ) foram obtidos por meio de entrevistas com os pescadores. A partir dos locais de pesca indicados, foi elaborado um modelo espacial para simular a influência da pesca empregando-se lógica difusa, através da ferramenta FUZZY do software IDRISI 16.05. Para isso, empregou-se uma função sigmoïdal, cuja influência máxima, igual a uma unidade, é restrita a uma distância de 200 m de cada local de pesca. A partir daí, a influência diminui gradativamente até tornar-se igual à zero, a uma distância de 3000 m (Fig. 3).

#### *Variáveis bióticas*

Foram empregados dados obtidos *in situ* por R.B. Francini-Filho (UFPB) e R.L. Moura (UFRJ) sobre a composição da epifauna bentônica representativa dos topos recifais em Abrolhos, em fevereiro de 2008. O arranjo amostral consistiu em sete pontos de amostragem localizados no arco costeiro: Sebastião Gomes (SG), Pedra de leste

(PLEST), Parcel de Paredes (PA2), Arengueira (ARENG), Timbebas (TIM1-3); e cinco pontos localizados no arco externo, todos no Parcel de Abrolhos (PAB1-5) (Fig. 1).

A amostragem foi realizada por meio de fotografias digitais do fundo tomadas durante mergulho autônomo. Em cada local foram efetuadas 10 amostras aleatórias, cada qual composta por 10 fotografias contíguas de 22×15 cm. A porcentagem de cobertura de grupos funcionais bentônicos foi estimada através do software livre *Coral Point Count with Excel extensions* (CPCe). A estimativa consistiu na alocação de 20 pontos aleatórios sobre cada imagem e registro do grupo sob cada ponto. Para análise estatística dos dados os corais foram agrupados por espécies e os demais organismos nos seguintes grupos funcionais: algas frondosas, algas filamentosas, algas calcárias incrustantes e articuladas; e grupos taxonômicos como zoantídeos, octocorais e poríferos. Organismos computados com menor frequência, como anêmonas, estrelas-do-mar, poliquetas e ouriços foram incluídos na categoria “outros”.

#### *Análises dos dados*

Foi efetuada uma Análise de Correspondência Canônica parcial (ACCp), empregando-se o percentual de cobertura das espécies de coral e grupos funcionais e taxonômicos e as variáveis abióticas descritas acima. Como covariável foi empregada a profundidade dos pontos de amostragem, estimada a partir da Carta Náutica 1310 (DHN, 2009). O propósito foi minimizar o efeito da variação da profundidade na composição biótica das amostras, de modo e restringir a variabilidade espacial analisada ao plano horizontal. O termo ACCp é empregado quando uma ou mais variáveis ambientais são usadas como covariáveis na Análise de Correspondência Canônica (ter Braak & Verdonschot 1995, Leps & Smilauer 2003).

Todas as variáveis abióticas foram transformadas em  $\log_{10}$ , a fim de reduzir a influência de espécies dominantes, maximizando a dispersão dos centroides no

diagrama de ordenação (Palmer 1993). Para eliminar as variáveis correlacionadas da ACCp, mantendo somente aquelas com maior significância sobre a distribuição das variáveis bióticas, foi aplicada uma análise *Stepwise* do tipo *Forward Selection* (Tab. 4) (ter Braak & Verdonschot 1995). Inicialmente as variáveis são ranqueadas de acordo com o seu poder de explicação individual (efeito marginal  $\lambda_1$ ). Posteriormente a variável mais significativa é selecionada e as demais são ranqueadas novamente considerando sua significância em conjunto com a variável já selecionada (efeito condicional  $\lambda_a$ ). Este processo é repetido até que não haja mais variáveis capazes de explicar a variação residual na composição de espécies (Leps & Smilauer 2003). Para testar a significância das variáveis selecionadas foi aplicado um teste de permutação de Monte Carlo.

## RESULTADOS

### *Variáveis ambientais*

Os recifes do setor centro-sul do arco interno de Abrolhos, como PLEST e SG, apresentaram valores elevados de Turbidez, Clorofila, MOD, COP, CIP e TSS, em comparação com TIM1-3 localizados no setor norte do arco interno (Tab. 1). Os pontos PAB1-5, localizados no arco externo, apresentaram os menores valores para todas as variáveis, com exceção do TSS, cujos menores valores foram observados em TIM1-3 e PA2 (Tab. 1).

Tab.1: Valores de distância da costa (DistCost), Matéria Orgânica Dissolvida (MOD), Carbono Inorgânico Particulado (PIC), Carbono Orgânico Particulado (COP), Turbidez, clorofila, Total de Sólidos em Suspensão (TSS), Batimetria e Pesca nos pontos de amostragem.

Local	DistCost (m)	MOD	CIP (mol.m <sup>-3</sup> )	COP (mg.m <sup>-3</sup> )	Turbidez (m <sup>-1</sup> )	Clorofila (mg.m <sup>-3</sup> )	TSS (mg.l <sup>-1</sup> )	Batimetria (m)	Pesca
ARENG	15663	7,4	0,010	271,3	0,16	1,99	24,9	9,7	0,0
PA2	30337	6,4	0,006	192,1	0,09	0,87	18,3	3,7	0,8
PAB1	63501	4,3	0,003	154,7	0,08	0,64	22,0	7,3	0,0
PAB2	61444	4,3	0,003	154,7	0,08	0,64	21,2	5,1	0,0
PAB3	61964	4,3	0,003	154,7	0,08	0,64	20,9	15,4	0,0
PAB4	61241	4,6	0,003	159,4	0,08	0,67	21,3	10,6	0,0
PAB5	60063	4,6	0,003	159,4	0,08	0,67	22,4	2,9	0,0
PLEST	13875	6,7	0,009	278,9	0,16	1,92	28,4	3,2	1,0
SG	14324	7,5	0,012	293,1	0,18	2,32	28,2	3,3	0,0
TIM1	19862	6,6	0,006	232,3	0,12	1,36	18,3	8,9	0,2
TIM2	18211	6,6	0,006	232,3	0,12	1,36	18,7	17,4	0,0
TIM3	17791	6,5	0,006	211,1	0,11	1,11	18,4	4,9	0,0

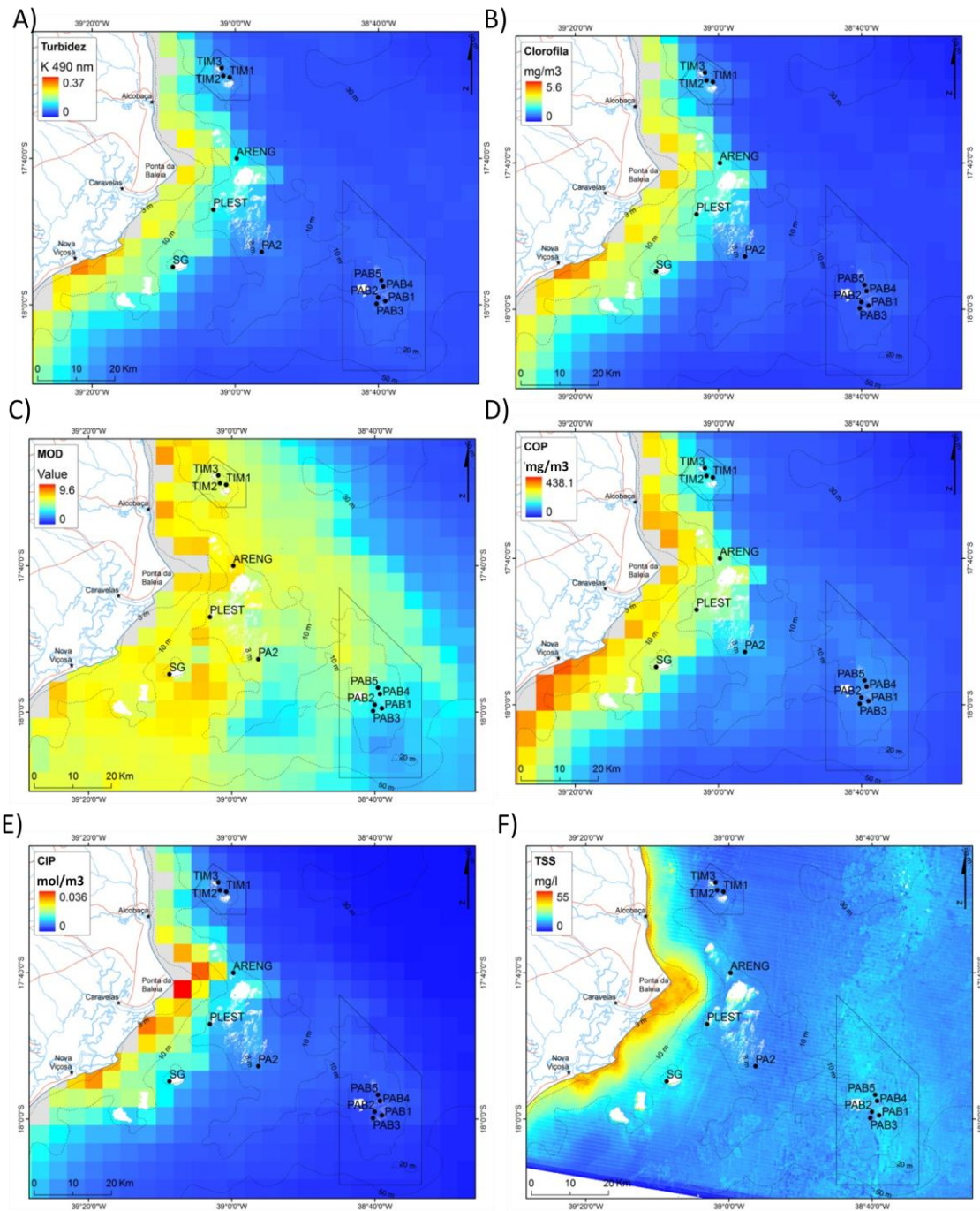


Fig. 2: Mapas de distribuição das variáveis ambientais na região do Banco de Abrolhos Sul: A) Turbidez ( $m^{-1}$ ); B) Clorofila ( $mg.m^{-3}$ ); C) Matéria Orgânica Dissolvida - MOD; D) Carbono Orgânico Particulado – COP ( $mg.m^{-3}$ ); E) Carbono Inorgânico Particulado – CIP ( $mol.m^{-3}$ ) e F) Total de Sólidos em Suspensão – TSS ( $mg.l^{-1}$ ). Fonte: Giovanni, TSS dados próprios.

A área com maior densidade de pontos de pesca declarados foi no recife de paredes no entorno de PLEST (Fig. 3). Enquanto em torno dos recifes de Timbebas



(TIM1-3) e no Parcel de Abrolhos (PAB1-5) foram os locais com a menor quantidade de pontos de pesca declarados.

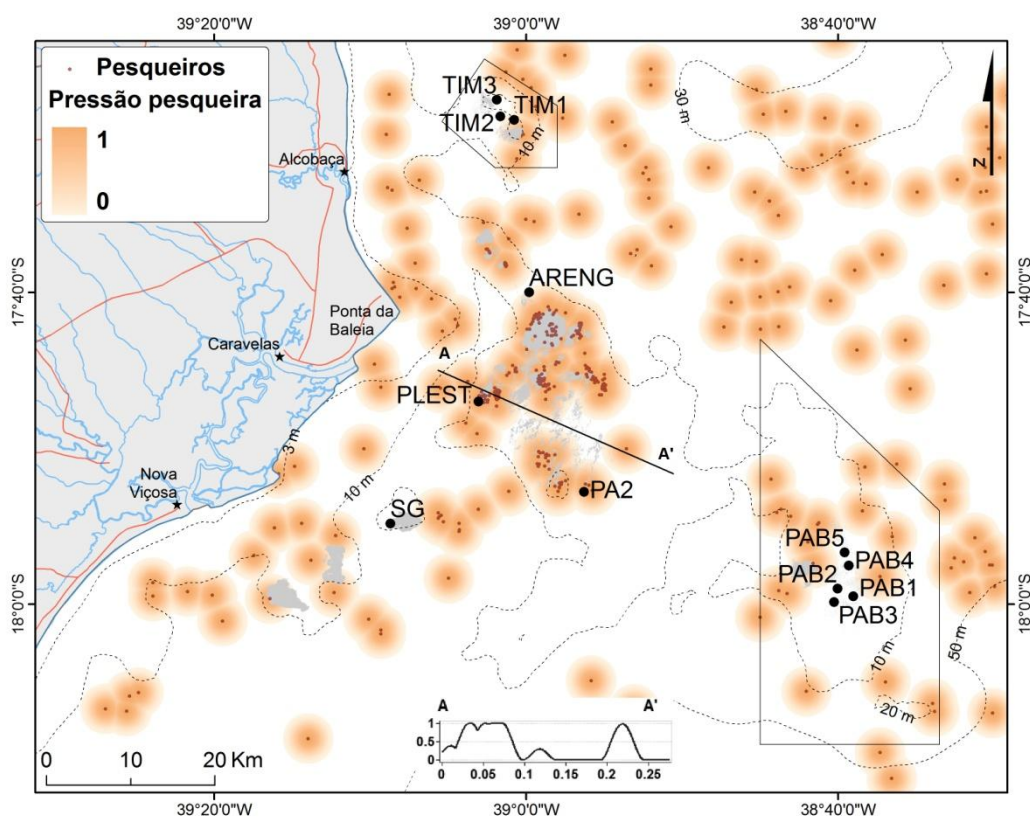


Fig. 3: Pontos de pesca relatados em entrevista com pescadores e a sua influencia no entorno calculado através da lógica Fuzzy, na região de Abrolhos, Sul da Bahia. Dados cedidos por R.B. Francini-Filho (UFPB) e R.L. Moura (UFRJ).

### *Variáveis bióticas*

Os principais grupos da epifauna bentônica observados nos recifes de Abrolhos foram algas filamentosas, zoantídeos, algas calcárias incrustantes, algas frondosas e corais (Tab. 2). As algas filamentosas estiveram presentes em todos os locais com proporção superior a 25% da cobertura bentônica. Já os zoantídeos apresentaram um percentual de cobertura variando desde 0 em PLEST até 48% em PAB5, evidenciando uma grande variação entre os locais. As algas frondosas tiveram grande representatividade apenas em PLEST (57%). As algas coralináceas estiveram presentes em todos os locais de amostragem, com percentual de cobertura variando de 9 a 18% na maioria dos locais. O maior percentual de cobertura dos corais de fogo foi de 2%.

Nos Pontos PAB1 e PAB3 foram encontrados alguns trechos com substratos arenosos, cerca de 7% em PAB1 e 22% em PAB3, assim nesses locais o percentual de cobertura biótico não corresponde a 100% (Tab. 2).

Tab. 2: Percentual de cobertura dos principais grupos taxonômicos e funcionais nos locais de amostragem no Banco de Abrolhos.

LOCAL		Coral Pétreo (%)	Coral de fogo (%)	Zoant. (%)	Octoc. (%)	Poríf. (%)	Algas frond. (%)	Algas filam. (%)	Alga Calc. In crust. (%)	Alga calc. Artic. (%)	Outros (%)
ARENG	x	3	2	36	1	1	1	44	9	3	0
	s	3,2	2,6	21,7	2,2	1,2	2,1	25,6	7,7	5,5	0,0
PA2	x	12	2	11	0	2	0	61	8	3	0
	s	13,3	3,9	21,7	0,1	2,1	0,2	17,1	5,2	2,8	0,8
PAB1	x	12	0	6	0	0	0	49	9	1	1
	s	9,7	0,5	7,0	0,0	0,0	0,8	22,6	3,7	0,5	0,6
PAB2	x	15	1	2	0	1	1	70	9	0	0
	s	6,9	1,6	4,4	0,0	3,8	2,6	8,6	5,7	0,2	0,6
PAB3	x	15	1	9	0	1	0	47	19	0	1
	s	12,4	1,2	16,6	0,0	2,8	0,0	17,8	10,4	0,0	2,2
PAB4	x	7	0	47	0	0	0	31	14	1	0
	s	5,9	0,1	19,7	0,1	0,0	0,3	13,6	7,5	1,5	0,1
PAB5	x	5	0	46	0	0	2	30	16	0	1
	s	5,6	0,1	32,6	0,0	0,9	4,0	18,3	13,3	0,6	0,9
PLEST	x	3	1	0	0	0	57	31	5	0	0
	s	1,9	0,8	0,2	0,2	0,0	16,6	13,5	2,7	0,0	0,3
SG	x	4	0	21	0	0	9	60	3	1	0
	s	5,0	0,4	17,4	0,7	0,1	8,1	13,3	2,1	1,2	0,2
TIM1	x	13	0	3	0	0	0	56	23	5	0
	s	9,4	0,1	4,3	0,1	0,0	0,4	11,6	7,9	4,6	0,1
TIM2	x	19	2	24	0	0	0	44	10	0	0
	s	14,6	5,0	17,7	0,2	0,2	0,0	16,4	7,0	0,1	0,1
TIM3	x	4	1	27	0	0	0	38	21	7	0
	s	3,3	1,8	30,0	0,0	0,2	0,2	18,9	14,3	7,7	0,0

O local com maior percentual de corais pétreos foi TIM2, com 19%, sendo 60% destes representado por *Mussismilia hartii* (Tab. 3). Em contrapartida, ARENG e PLEST foram os locais com os menores percentuais de corais pétreos (3%).

*Agaricia fragilis*, *Porites branneri* e *Scolymia wellsi* foram as espécies com menor percentual de cobertura, sendo observadas apenas um local. Por outro lado,

*Siderastrea spp.* e *Mussismilia braziliensis* foram os corais mais abundantes, com cobertura média de 2,8 e 1,6% respectivamente. Sendo observada uma inversão entre os percentuais de cobertura dessas espécies, os maiores percentuais de cobertura de *Siderastrea spp.* foram verificados em PA2 e em PAB1-5, enquanto os de *Mussismilia braziliensis* foram observados em SG e em TIM1-3 (Tab. 3).

Tab. 3: Percentual de cobertura das espécies de coral pétreo nos locais de amostragem no Banco de Abrolhos.

Espécie	ARENG	PA 2	PAB 1	PAB 2	PAB 3	PAB 4	PAB 5	PLEST	SG	TIM 1	TIM 2	TIM 3
<i>Agaricia agaricites</i>	0	0,14	2,18	1,1	2,96	1,66	0,91	0	0,1	0,3	0,11	0
<i>Agaricia fragilis</i>	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0
<i>Favia grávida</i>	0,18	0,07	0,1	0,28	0,14	0	0,17	0,07	0,1	0,3	0,18	0,25
<i>Favia leptophylla</i>	0	0,12	0	0,34	0	0	0	0	0	0	0	0,39
<i>Meandrina braziliensis</i>	0	4,01	0	0,07	0	0	0	0,07	0	0	0	0
<i>Montastrea cavernosa</i>	0	0,7	0,14	1,24	1,52	0	0,21	0,65	0,07	1,3	2,88	0,7
<i>Mussismilia braziliensis</i>	0	0,25	0	1,13	0,99	0	0,14	0,41	3,12	7,3	4,1	1,35
<i>Mussismilia hartii</i>	0	0,96	0	0,46	0,88	0,39	0,14	0,76	0,17	1	11,3	0,36
<i>Mussismilia hispida</i>	2,72	0,82	0,37	0,42	0,76	0,35	0,21	0,35	0,24	0,2	0,29	0,14
<i>Porites astreoides</i>	0	0	3,99	1,57	2,03	1,94	0,11	0	0	0	0,03	0,18
<i>Porites branneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Scolymia wellsi</i>	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siderastrea spp.</i>	0,22	5,4	5,39	8,07	5,38	2,78	2,28	0,81	0,14	2,7	0,07	0,57
Coral desconhecido	0	0	0,04	0,14	0,03	0	0	0	0	0	0,04	0
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>4</b>

A distância da costa apresentou forte correlação com as variáveis obtidas através do satélite MODIS, -0,89 em média, e apresentou fraca correlação com a pesca e o TSS, 0,34 e 0,16 respectivamente. Apesar das variáveis pesca e TSS terem sido plotadas próximas no diagrama de ordenação, a correlação entre elas é de apenas 0,1. Turbidez e Clorofila apresentaram 100% de correlação e estiveram fortemente correlacionadas com COP (0,99), CIP (0,98) e MOD (0,89) (Fig. 4).

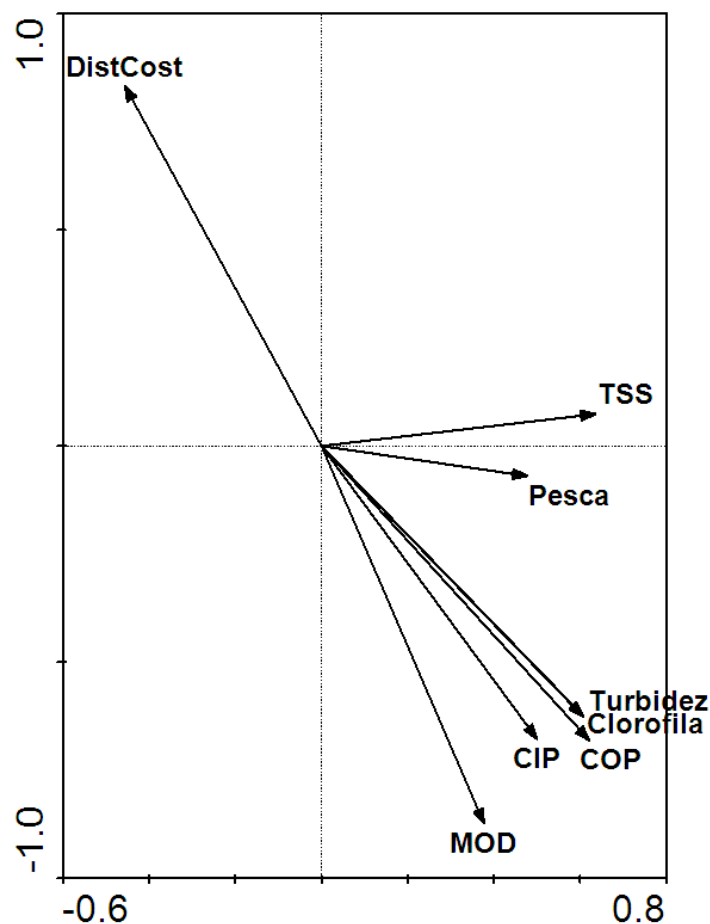


Fig.4: Diagrama de ordenação mostrando correlações entre as variáveis ambientais empregadas na ACCp.

A *Forward Selection* forneceu um critério para eliminar as variáveis correlacionadas com menor poder para explicar a composição biótica dos pontos de amostragem (ter Braak & Verdonschot 1995, Leps & Smilauer 2003). Seus resultados

indicaram que o conjunto das quatro variáveis ambientais que melhor explicam a variabilidade dos dados bióticos é formado por: COP, MOD, Pesca e TSS (Tab. 4).

Tab. 4: Resultado da *Forward Selection*,  $\lambda_1$  o quanto a variável explica individualmente e  $\lambda_a$  o quanto a variável explica em conjunto com as outras variáveis selecionadas

Variável	$\lambda_1$	Variável	$\lambda_a$	cum( $\lambda_a$ )	p
COP	0,13	COP	0,13	0,13	0,002
TSS	0,13	MOD	0,13	0,26	0,002
Turbidez	0,12	Pesca	0,09	0,35	0,002
Clorofil	0,12	TSS	0,07	0,42	0,002
DistCost	0,12	Clorofila	0,04	0,46	0,002
MOD	0,12	CIP	0,03	0,49	0,004
CIP	0,11	DistCost	0,02	0,51	0,018
Pesca	0,10	Turbidez	0,02	0,53	0,002

As variáveis que apresentaram maior correlação com o primeiro eixo de ordenação foram TSS (0,63) e Pesca (0,49). O segundo eixo apresentou maior correlação com MOD (0,76). COP manteve a mesma correlação com ambos os eixos de ordenação (0,56).

No diagrama de ordenação os arcos recifais alinharam-se ao longo do segundo eixo de correspondência, associado principalmente a MOD. Os recifes que formam cada arco, por sua vez, alinharam-se ao longo do primeiro eixo de ordenação, conforme seu teor de TSS e indicadores de pressão pesqueira. Recifes de ambos os arcos, com menores índices de TSS, como TIM3, PA2 e PAB5, ficaram do lado esquerdo do diagrama, enquanto PLEST associado a altas concentrações de TSS e maior pressão pesqueira apareceu à sua direita (Fig. 5).

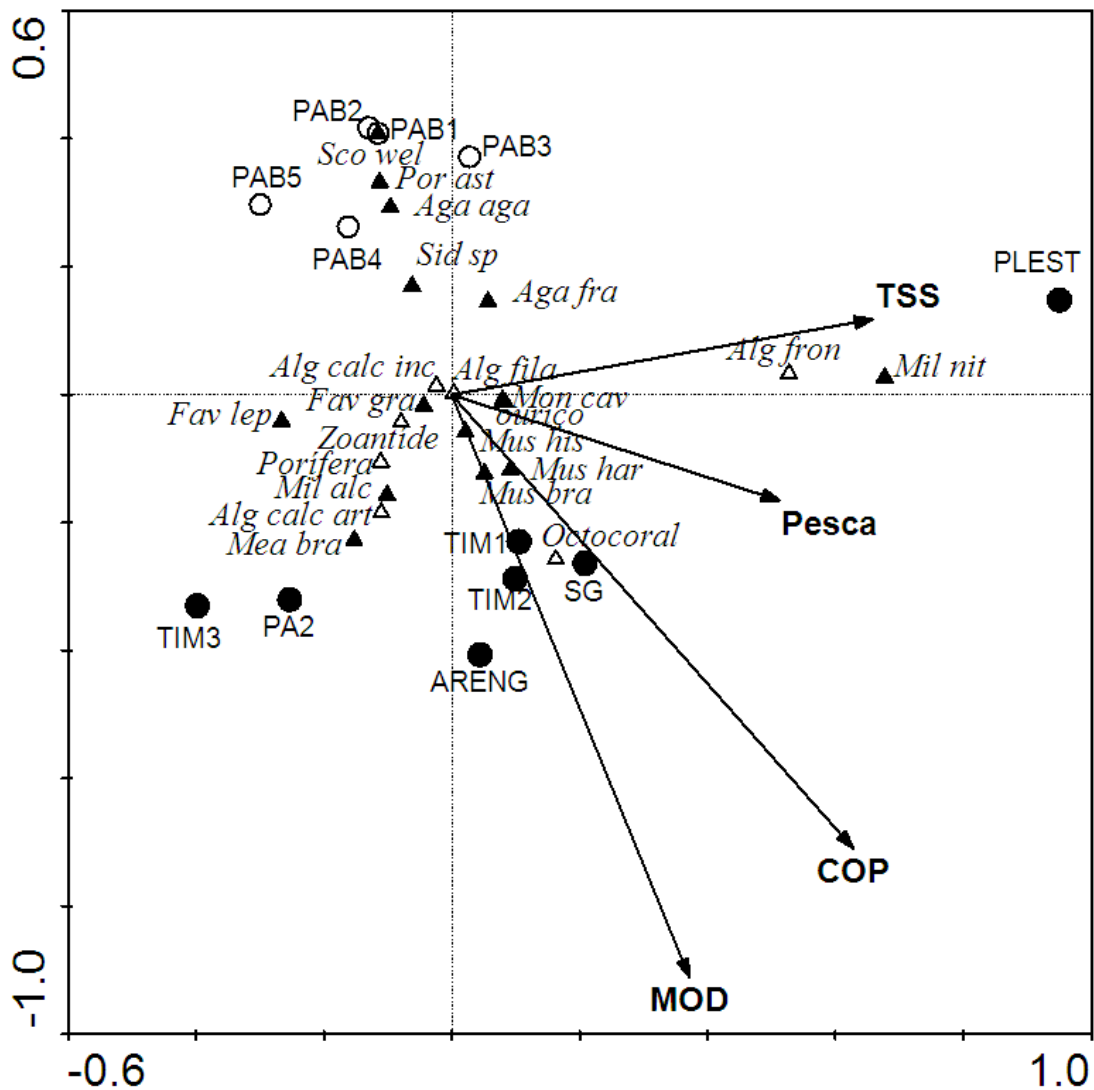


Fig. 5: Diagrama de Correspondência Canônica com as posições dos locais de amostragem, das espécies, grupos funcionais e taxonômicos ao longo dos vetores que indicam as variáveis ambientais. Círculos abertos representam os recifes do arco externo, círculos fechados os recifes do arco interno, triângulos abertos os grupos funcionais e taxonômicos e triângulos fechados as espécies de coral.

Observando os grupos e as espécies no diagrama de ordenação é possível perceber tendências relacionadas aos controles exercidos pelas variáveis abióticas sobre a composição da comunidade bêntica (Fig. 5). Os octocorais estiveram fortemente associados aos recifes do arco interno (Tab. 2), locais com maiores concentrações de matéria orgânica dissolvida, este grupo foi encontrado em apenas em um ponto do arco externo (Tab. 2). Os poríferos ocorreram em proporção inferior a 2% em todos os locais. No diagrama de ordenação esse grupo apresentou um pequeno deslocamento em

relação ao TSS, o que indica que esse grupo é sensível a altas concentrações dessa variável. Os zoantídeos, apresentaram os maiores percentuais de cobertura em PAB4 e 5, no arco externo, e em ARENG, no arco interno (Tab. 2), assim esse grupo ficou centralizado ao longo do primeiro eixo de correlação canônica. Este grupo também não apresentou alteração no seu percentual de cobertura em função de TSS.

As algas frondosas foram associadas aos locais com TSS elevado (Fig. 5). As algas filamentosas, por outro lado, ocorreram em todos os locais de amostragem, com pouca variação no percentual de cobertura. Por esse motivo, seu centroide localizou-se no centro do diagrama. O mesmo ocorreu com as algas coralináceas incrustantes. As algas coralináceas articuladas, no entanto, demonstraram tolerância à MOD e estão associadas aos locais com pouco TSS e afastadas da influência da pesca. Os ouriços foram encontrados em baixas proporções e estiveram correlacionados com a pesca e com maiores percentuais de cobertura de algas frondosas.

Os corais *Agaricia agaricites*, *Porites astreoides* e *Siderastrea sp*, estiveram associados aos recifes do Parcel de Abrolhos (PAB1-5) e de Timbebas (TIM1-3), locais com menores concentrações de matéria MOD e COP (Tab. 3 e Fig. 5). *Meandrina braziliensis*, *Millepora alcicornis*, *Mussismilia braziliensis*, *M. harttii* e *M. hispida* demonstraram maior tolerância a essas variáveis (Fig. 5). Apesar de *A. fragilis* e *Scolymia wellsi*, aparecerem associados a locais com menor concentração de MOD (Fig. 5), não foi possível inferir um padrão de distribuição para, pois esses estiveram restritos a 1 ponto de amostragem respectivamente (Tab. 3).

Em relação ao TSS, de maneira geral, as espécies de coral associaram-se a locais com baixas concentrações, apenas coral de fogo, *Millepora nítida* esteve associado a altas concentrações de TSS (Fig. 5).

## DISCUSSÃO

Os autovalores obtidos para o primeiro (0,18) e o segundo eixo (0,11) de ordenação foram pequenos. Autovalores menores que 0,30 evidenciam gradientes curtos, indicando que não há alterações apenas nas proporções entre as espécies e não em sua composição (Ter Braak 1995). Em geral, foram encontradas representantes de todos os grupos estudados em, ao menos, uma amostra de cada local. A exceção foi algas frondosas que dominaram PLEST e não foram observadas em PAB3 e TIM2, além de algumas espécies de corais que estiveram ausentes de alguns pontos, essas, porém, no geral apresentaram percentuais de cobertura inferiores a 1% nos locais onde foram registrados.

#### *Variáveis ambientais*

As variáveis relacionadas à qualidade da água, obtidas a partir dos produtos MODIS, associaram-se ao segundo eixo de correspondência canônica, com alto grau de correlação entre si. Isso pode ser decorrente fato dos dados terem sido obtidos a partir do mesmo conjunto de imagens. Ainda assim, as variáveis apresentam forte correlação negativa com a distância até a costa (Fig. 4). Este padrão espacial implica em duas questões relevantes. A primeira é que as variáveis abióticas, relacionadas à qualidade da água e cor do oceano no Banco de Abrolhos, resultam principalmente do aporte continental. A segunda é que a distância da costa pode ser empregada como um *proxy* para representá-las, caso não estivessem disponíveis.

O sedimento em suspensão (TSS) e o índice de pressão pesqueira (Pesca), por outro lado, associaram-se ao primeiro eixo de ordenação, assumindo uma orientação quase ortogonal à distância da costa. Isto ocorreu devido à variabilidade no eixo norte-sul entre os recifes do arco interno e uma faixa de sedimentos em ressuspensão próxima aos recifes do arco externo (PAB1-5) (Fig. 2F). Os recifes de Timbebas (TIM1-3), localizado no setor norte, apresentaram TSS médio inferior aos demais deste arco



(ARENG, PLEST, PA2 e SG). Resultado semelhante foi obtido por Dutra et al. (2006) empregando armadilhas de sedimento.

A área com maiores índices de TSS é a zona costeira em frente à Ponta da Baleia (17°41'S; 38°8'W), no município de Caravelas. Trata-se de uma área sujeita a um processo natural de sedimentação provocado pela refração e difração das ondas pelos recifes do arco interno, agravado por uma contínua dragagem do terminal portuário local e pela convergência da deriva litorânea, que traz material ressuspensão ao longo da linha de costa tanto de norte quanto de sul (Domingues et al 2004). Sobre o arco recifal interno o transporte sedimentar ocorreu preferencialmente em direção sul nas imagens TM usadas para o cálculo do TSS. Apesar do reduzido número de imagens analisadas, a orientação da Ponta da Baleia indica certa prevalência da deriva sul. Tal tendência contribui para o incremento da carga sedimentar em direção ao setor centro-sul do arco interno. Outro processo capaz de explicar a variabilidade do TSS independente da distância da costa é a ressuspensão de sedimento numa faixa próxima ao Parcel de Abrolhos (PAB1-5), que tornou sua carga sedimentar, em média, superior a de Timbebas (TIM1-3) nas imagens analisadas (Fig. 2F).

A pesca apresentou poder de explicação ligeiramente maior que o TSS, de acordo com a *Forward Selection* (Tab. 4). No entanto, o conjunto de dados empregados nas estimativas de pressão pesqueira, obtidos mediante declaração espontânea dos pescadores, não possui caráter quantitativo. Isso significa que uma área com maior número de indicações não implica numa maior densidade de pesqueiros. Por este motivo a área de influência foi estimada em função das distâncias dos pontos e não por um estimador de densidade como o *Kernel* (Wand & Jones 1995). Este procedimento reduziu a influência relativa de zonas com maior quantidade de indicações (Fig. 3).

Mesmo assim, houve apenas três pontos com índices de pesca superiores a zero: TIM1, PA2 e PLEST (Tab. 1). O mais próximo a um pesqueiro declarado e, portanto, com maior índice de pressão pesqueira foi PLEST. Este também foi o local com maior carga sedimentar (TSS). O ponto PA2, localizado próximo ao trajeto entre Caravelas e o arquipélago de Abrolhos, também apresentou índice de pesca elevado, porém seu TSS foi baixo. Devido a isso, PA2 apresentou uma correlação negativa com o primeiro eixo de correspondência canônica, ao contrário de PLEST. A maior pressão pesqueira sobre estes pontos ocorreu, possivelmente, em virtude de sua proximidade com o porto de Caravelas e por estarem localizados fora dos limites do Parque Nacional de Abrolhos. Os recifes de TIM1-3 estão próximos ao porto pesqueiro de Alcobaça, no entanto, por estarem inseridos no parque nacional, há poucos pesqueiros declarados em seu entorno (Fig. 3).

#### *Comunidade*

Além de ser o recife com maiores índices de Pesca e TSS, a cobertura do fundo em PLEST foi amplamente dominada por algas frondosas, ao contrário do restante dos recifes, dominados por uma mescla de algas filamentosas, zoantídeos, algas coralináceas, e corais pétreos (Tab. 1). Tais densidades de algas frondosas foram encontradas em recifes costeiros da Bahia, nos municípios de Tinharé, Boi Peba e Santa Cruz Cabrália (Kikuchi et al. 2010). Este padrão pode ser reflexo das altas concentrações de TSS e MOD, que associada à pressão pesqueira favorece competitivamente as algas em detrimento dos corais (McCook 1999, Fabricius 2005).

Registros realizados na Grande Barreira de Corais, em Belize e em Abrolhos, indicam que a sobrepesca associada à alteração na qualidade da água pode provocar a proliferação de macroalgas e o incremento de doenças nos corais (McCook 1999, McClanahan et al. 2003, Bellwood 2004, Bruce et al. 2012). Em Abrolhos, Francini-

Filho et al. (2010) observaram que peixes herbívoros, principalmente das famílias Acanthuridae e Scaridae, auxiliam no controle das algas frondosas na região de abrolhos, portanto, sua captura pode provocar a desestabilização do controle *top-down* da comunidade recifal e favorecer o crescimento de macroalgas.

As algas filamentosas e as algas calcárias, por outro lado, estão localizadas no centro do diagrama de ordenação, indicando que o grupo ocorre na maioria dos locais amostrados de forma independente das variáveis estudadas. Isto indica que a faixa de tolerância destes grupos engloba as flutuações observadas nas variáveis abióticas (ter Braak & Verdonschot 1995).

Os octocorais estiveram associados aos locais com maiores teores de MOD e COP. Essas variáveis estão entre suas principais fontes de alimento (Fabricius & Dommissie 2000, Ribes et al. 2003). Assim, esse grupo pode dominar águas ricas em matéria orgânica particulada e pouca turbidez (Fabricius & Dommissie 2000). Em contrapartida, os zoantídeos e os poríferos foram menos tolerantes ao TSS que os Octocorais.

Os corais pétreos estão distribuídos no diagrama de ordenação em uma estreita faixa com relação ao TSS, sugerindo que esse grupo é sensível a essa variável. Segundo Riegl & Branch (1995) o incremento de sedimentos em suspensão acarreta em redução na produtividade, respiração, e conseqüentemente, nas taxas de crescimento dos corais pétreos.

O coral de fogo *Millepora nitida*, no diagrama de ordenação, aparece associado a altas concentrações de TSS (Fig. 5). Essa relação ocorre, pois, a abundância dessa espécie foi maior em PLEST, local de maior concentração dessa variável (Tab. 1).

*Siderastrea sp.* e *Mussismilia braziliensis* foram os corais mais abundantes. Esses corais possuem um importante papel na construção dos recifes brasileiros

(Laborel 1969). *Siderastrea sp.* apresentou seu maior percentual de cobertura em PA2 e PAB1-3, aparecendo no diagrama de ordenação associada com locais de pouco MOD, COP, TSS e pesca. Diferentemente de *Mussismilia braziliensis* que possui seu maior percentual de cobertura em TIM1 e SG. É possível verificar uma relação negativa entre *Siderastrea sp.* e as espécies do gênero *Mussismilia* (Tab. 3). Essa relação também foi verificada por outros autores nos recifes de coral brasileiros (Laborel 1969, Lins-de-Barros et al. 2000, Castro et al. 2006). Portanto, a competição interespecífica pode estar sendo mais importante do que as variáveis abióticas na determinação da distribuição dessas espécies.

Laborel (1969) observou que *Agaricia agaricites* apresentava uma redução severa em seu percentual de cobertura em função da proximidade da costa em comparação com as demais espécies. Esse padrão foi atribuído à turbidez. Além disso, de acordo com o diagrama de ordenação, essa espécie esteve associada também aos locais com menores índices de COP e MOD, os quais mantêm forte correlação negativa com a distância da costa (Figs. 4 e 6), sendo um indicativo de que essas variáveis também tem um papel importante na distribuição dessa espécie. *Porites astreoides* também apresentou padrão de distribuição semelhante ao de *A. agaricites* (Fig. 5).

Registros na literatura indicam que em locais com excesso de matéria orgânica, há uma tendência das comunidades autotróficas dominadas por corais para comunidade autotróficas dominadas por macroalgas, para finalmente se transformarem em comunidade heterotróficas dominadas por filtradores (McCook 1999, Bellwood 2004, Bahartan et al. 2010). Esse processo pode ser verificado em ARENG, PLEST e SG. ARENG apresentou uma comunidade dominada por algas filamentosas e zoantídeos e a menor riqueza e percentual de corais pétreos. Já PLEST e SG apresentaram 88 e 68%

respectivamente de comunidades betônicas dominadas por macroalgas e a segunda menor riqueza e percentual de cobertura de corais (Tabs. 2 e 3).

Assim, verifica-se que a deterioração da qualidade da água, com incremento de matéria orgânica (COP e MOD) e aumento da turbidez (TSS) tem papel importante na distribuição dos organismos betônicos em Abrolhos. Locais com maiores valores dessas variáveis têm uma tendência a redução da riqueza e percentual de cobertura dos corais pétreos, bem como a um aumento no percentual de algas e filtradores heterotróficos. Além disso, os dados de pesca, ainda que insuficientes, evidenciaram que a captura de peixes estão favorecendo o crescimento de algas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (2011) Dados das estações de Monitoramento. Agência Nacional das Águas. Disponível em <http://portalsnrh.ana.gov.br/EstaçõesdaANA/tabid/359/Default.aspx>. Acesso em novembro de 2011
- Arai MA (2006) Grande elevação eustática do Mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. *Geologia USP: Série Científica* 6 (2):1-6
- Bahartan K, Zibdah M, Ahmed Y, Israel A, Brickner I, Abelson S (2010) Macroalgae in the coral reefs of Eilat (Gulf of Aqaba, Red Sea) as a possible indicator of reef degradation. *Mar Pollut Bull* 60(5):759-764
- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2006) *Ecology: from individuals to ecosystems*. Fourth edition. Oxford, U.K.: Blackwell Publishing 738 p
- Bellwood DR, Hughes TP, Nyström M (2004) Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827-833
- Bruce T, Meirelles P, Garcia G, Paranhos R, Rezende CE, Moura RL, Francini-Filho RB, Coni E, Vasconcelos AT, Amado-Filho GM, Hatay M, Schmieder R, Edwards R, Dinsdale E,

- Thompson FL (2012) Abrolhos Bank Reef Health Evaluated by Means of Water Quality, Microbial Diversity, Benthic Cover, and Fish Biomass Data. *Plos One* 7:1-13
- Bittencourt ACSP, Leão ZMAN Kikuchi RKP, Dominguez JML (2008) Deficit of sand in a sediment transport model favors coral reef development in Brazil. *An Acad Bras Cienc* 80(1): 205-214
- Buddemeier RW, Kleypas JA, Aronson RB (2004) Coral reefs & global climate change: potential contributions of climate change to stresses on coral reef Ecosystems. Prepared for the Pew Center on Global Climate Change, 56p. Disponível em: <https://www.pewclimate.org>. Acesso em: 20 de novembro de 2009
- Castro CB., Amorim LC, Calderon EM, Segal B (2006) Cobertura e recrutamento de corais recifais (Cnidaria: Scleractinia e Milleporidae) nos recifes de Itacolomis, Brasil. *Arq. Museu Nacional* 64: 29-40
- Costa Jr, OS, Leão ZMAN, Nimmo M, Attrill MJ (2000) Nutrifcation impacts on coral reefs from northern Bahia, Brazil. *Hydrobiologia* 440: 307-315
- DHN (2009) Carta Náutica 1310: Canal dos Abrolhos e proximidades. Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, Marinha do Brasil, Niterói. Disponível em <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb>. Acesso em agosto de 2012
- Dominguez JML, Andrade ACS, Almeida AB, Bittencourt ACSP (2004). The Holocene Barrier Strandplains of the State of Bahia, Chapter 8. *In*: Dillenburg SR. e Hesp PA (eds). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Hesp. Lecture Notes in Earth Sciences 107. Springer, Berlin, p 253-285
- Dutra LXC, Kikuchi RKP, Leão ZMAN (2006) Effects of sediment accumulation on reef corals from Abrolhos, Bahia, Brazil. *J Coast Res Spec Issue* 39 (Proceedings of the 8 International Coastal Symposium), 633 - 638. Itajaí, SC, Brazil

- Fabricius KE & Dommissé M (2000) Depletion of suspended particulate matter over coastal reef communities dominated by zooxanthellate soft corals. *Mar Ecol Prog Ser* 196: 157-167
- Fabricius KE (2005) Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Mar Pollut Bull* 50: 125-146
- Falcão CAT, Reuss-Strenzel GM, De Paula FCF (2011) Um modelo numérico para a detecção da pluma sedimentar na Costa do Cacau, Ilhéus-Bahia, Brasil, em uma imagem Landsat TM. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2009, INPE p.7059
- Ferreira VO (2009) Aspectos litoestruturais e de relevo na bacia do rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: subsídios para a gestão de recursos hídricos. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa/MG
- Francini-Filho RB, Ferreira CM, Coni EOC, Moura RL, Kaufman L (2010) Foraging activity of roving herbivorous reef fish (Acanthuridae and Scaridae) in eastern Brazil: influence of resource availability and interference competition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (Print)*. 90(3): 481–492
- Guisan A, Edwards TC & Hastie T (2002) Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecol Model* 157: 89-100
- Hastie TJ, Tibshirani RJ (1990) *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, London.
- Laborel JL, 1969. Les Peuplements de Madréporaires des Côtes Tropicales du Brésil. *Annales L'Université D'Abidjan, Série E*, 11(3): 1-261
- Leão ZM, Kikuchi RK, Dutra LX, Oliveira M D (2006) The status of eastern Brazil coral reefs during the last 5000 years. *In*: Suzuki et al. (Eds) *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawa, Japan*, p. 959-968

- Leão ZMAN & Ginsburg RN (1997) Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: The Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil. *In: Proceedings of 8th Int. Coral Reef Symp. Panama 2: 1767-1772*
- Leão ZMAN (2002) Abrolhos – O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. *In: Schobbenhaus C, Campos DA, Queiroz ET, Winge et al. (Eds) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, 1: 345-360*
- Leão ZMAN Kikuchi RKP (2005) A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil. *Mar Pollut Bull 51: 599-611*
- Leão ZMAN, Kikuchi RKP & Testa V. (2003) Corals and coral reefs of Brazil. *In Cortés J. (Eds).Latin American Coral Reefs, Elsevier Science. p. 9-52*
- Leps J, Smilauer P (2003) Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press 269 p
- Lima CCU, Vilas Boas GS, Bezerra FHR (2006) Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no litoral sul do Estado da Bahia, Brasil. *Geologia USP: Série Científica 6 (2): 71-80*
- Lins-De-Barros MM, Castro CB, Pires DO, Segal B (2000) Coexistence of reef organisms in the Abrolhos Archipelago, Brazil. *Rev Biol Trop 48 (4):741-747*
- McCook LJ (1999) Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for the Great Barrier Reef. *Coral Reefs 18 (4): 357-367*
- McClanahan TR, Sala E, Stickels PA, Cokos BA, Baker AC, Starger CJ, Jones IV SH (2003) Interaction between nutrients and herbivory in controlling algal communities and coral condition on Glover's Reef, Belize. *Mar Ecol Prog Ser 261: 135–147*
- Palmer MW (1993) Putting Things in Even Better Order: The Advantages of Canonical Correspondence Analysis. *Ecology 74: 2215–2230*



- Pereira PRB, Diniz HN, Gutjahr MR, Menegasse LN, Oliveira FR, Duarte U (2000) O zoneamento climático na bacia do rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais, Brasil. VIII Encuentro de Geógrafos de América Latina, Santiago, Chile
- Prates A P L (2006). Atlas dos recifes de coral nas Unidades de Conservação brasileiras. 2 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 232 p
- Ribes M, Coma R, Rossi S (2003) Natural feeding of the temperate asymbiotic octocoral-gorgonian *Leptogorgia sarmentosa* (Cnidaria: Octocorallia). Mar Ecol Prog Ser 254:141-150
- Richter R (2000) Atmospheric correction algorithm for flat terrain: ATCOR2. Geosystems 208 p
- Riegl B, Branch GM (1995) Effects of sediment on the energy budgets of four scleractinian (Bourne 1900) and five alcyonacean (Lamouroux 1816) corals. J Exp Mar Biol Ecol 186: 259
- Rogers CS (1990) Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. Mar Ecol Prog Ser 62: 185-202
- Rudorff BFT, Shimabukuro YE, Ceballos JC (2007) Sensor MODIS e suas Aplicações Ambientais no Brasil. 1.ed. São José dos Campos: Editora Parêntese 425 p
- Segal B & Castro CB (2011) Coral community structure and sedimentation at different distances from the coast of the Abrolhos Bank, Brazil. Braz. j. oceanogr 59 (2):119-129
- Segal BE, Kampel HM, Gonçalves AC, Polito PS, Santos EA (2008) Potential impacts of polar fronts on sedimentation processes at Abrolhos coral reef (South-West Atlantic Ocean). Cont Shelf Res 28: 533-544
- Tassan S (1997) A numerical model for the detection of sediment concentration in stratified river plumes using Thematic Mapper data. Int. J. Remote Sensing. 18 (12): 2699-2705

ter Braak (1995) Ordination. *In*: Jongman RHG, ter Braak CJF, Tongeren OFR (Eds) Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University, Cambridge. p 91-174

ter Braak CJF & Verdonschot PFM (1995) Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57 (3): 255-289

Wand MP & Jones MC.(1995) Kernel Smoothing. London: Chapman & Hall/CRC

## **Anexo**

### **Guidelines for MEPS Authors**

#### MANUSCRIPT SUBMISSION

Submission of a manuscript to MEPS implies

- (1) originality of the manuscript (i.e. the material has not been published before)
- (2) exclusive submission to MEPS (i.e. it is not simultaneously submitted to any other publication outlet)
- (3) approval by all immediately involved (e.g. authors, institutional authorities)
- (4) correct listing of authors (i.e. all authors agree to be listed and have contributed to the research reported)
- (5) compliance with institutional, national and international ethics guidelines concerning the use of animals in research and/or the sampling of endangered species
- (6) agreement with Inter-Research terms of publication, including transfer of copyright to Inter-Research and the online posting of a prepress abstract.

Make submissions via the 'Author gateway'. In case of any problem, the files may alternatively be emailed directly to the MEPS Editorial Office. Submit 2 files:

1. Cover letter including contact information for at least 3 potential reviewers and any relevant history of the manuscript (e.g. if the submission has previously been rejected by any journal)
2. Manuscript as single file including figures and tables

#### MANUSCRIPT PREPARATION

Please consult recent IR publications as a guide for details. You may also wish to consult a 'How to' book such as Day & Gastel (2006) How to write and publish a scientific paper, 6th edn (Greenwood Press, Westport, CT)

**General:** number manuscript pages and lines, use MS Word format, aim for <5 MB in size

**Title:** Avoid 'A', 'An', 'The', 'On', etc. at the beginning; the title should have not more than 100 characters (ca. 15 words, 2 lines in print), and 150 characters at most.

Compare: 'A novel method for the production of monoclonal antibodies (MAbs) specific to an envelope protein (28kDa) of white spot syndrome virus (WSSV) of shrimp and detection of WSSV by MAb-based antigen capture enzyme-linked immunosorbent assay' (236 characters, 37 words) vs. 'Detection of white spot syndrome virus of shrimp by means of monoclonal antibodies specific to an envelope protein' (114 characters, 19 words). Provide a running head with 3 to 6 words; e.g. 'Detection of shrimp WSSV'.

**Authors and addresses:** If a ms has several authors from different institutions:

- use superscript numerals for identification;
- provide a full valid street address or PO Box for each institution, including present address(es) if applicable
- use \* to refer to a footnote that identifies the corresponding author and provide her/his email.

**Abstract:** Limit length to 250 words. Provide concise information on your work and its principal results. Avoid literature cites, series of data, or meaningless clauses such as 'the results are discussed'.

**Key words:** Supply 3 to 8 key words, listed in order of importance.

**Text:** Please use numbered pages and lines, 12 point font, and double spacing. Do your very best to use correct English grammar, spelling and punctuation; if you are not a native English speaker, you should have the text edited by someone who is, before sending the ms to IR. You may also wish to consult a 'How to' book such as Day & Gastel (2006) *How to write and publish a scientific paper*, 6th edn (Greenwood Press, Westport, CT).

**Verbosity:** Please eliminate verbiage; example:

'This speed was chosen because past studies by Miller (1995) and Smith (1998) have shown this to be slightly greater than the maximum sustained swimming speed.' vs. 'This is slightly greater than the maximum sustained swimming speed (Miller 1995, Smith 1998).'

**Genus and species names:** must be in italics; write the genus name in full at first mention in each paragraph and abbreviate whenever mentioned again in the same paragraph. When referring to a species, do not use the genus name alone, unless you have previously defined it that way; be precise when using 'sp.' (singular) and 'spp.' (plural).

**Abbreviations:** Define abbreviations and acronyms in the 'Abstract' and at first mention in the main text, and thereafter use only the abbreviation / acronym.

**Equations and units:** Use standard SI units. Relations or concentrations (e.g. mg per l) must be given as 'mg l<sup>-1</sup>' (not mg/l). Variables are usually italicised (except for Greek letters). Italicisation should be consistent in normal, superscript and subscripted text. Leave one blank space on either side of '=', '>', '±' etc. where these denote equalities or inequalities. Example: ' $p < 0.05$ ,  $r^2 = 0.879$ ' (not ' $p < 0.05$ ,  $r^2 = 0.879$ '); but: 'we studied organisms of size  $< 0.5 \mu\text{m}$ '

**In-line citation style:** no comma before the year, 'et al.' in regular font, citations separated by comma, '&' instead of 'and' for citations with 2 authors. Examples: "... previously been shown (West & Amrose 1992, Smith et al. 2000, Johnston 2002)", "... as shown by West & Amrose (1992)..."

**Archiving of data:** authors are asked to deposit supporting molecular and phylogenetic data in a public database such as GenBank, TreeBASE or Dryad, and to give the accession number in the manuscript. The data must be accessible on the date of publication.

**Presentation of data:** figures, tables, and their captions should be self-explanatory; e.g. abbreviations and acronyms must be defined. For details, see Guidelines to Authors on Figure Preparation.

**Literature cited:** see examples below:

- Periodicals

Penston MJ, Millar CP, Davies IM (2008) Reduced *Lepeophtheirus salmonis* larval abundance in a sea loch on the west coast of Scotland between 2002 and 2006. *Dis Aquat Org* 81:109-117

- Books

Van der Schalie H (1973) Effects of temperature on growth and reproduction of aquatic snails. University of Michigan Library, Ann Arbor, MI

- Book series:

Hanski I (2005) The shrinking world: ecological consequences of habitat loss. In: Kinne O (ed) Excellence in ecology, Book 14. International Ecology Institute, Oldendorf/Luhe

- Chapters/papers from books, proceedings, etc.

West TL, Amrose WG (1992) Abiotic and biotic effects on population dynamics of oligohaline benthic invertebrates. In: Colombo G, Ferrari I, Ceccherelli VU, Rossi R (eds) Marine eutrophication and population dynamics. Proc 25th Eur Mar Biol Symp. Olsen & Olsen, Fredensborg, p 189–194

Barnes RSK (1991) Reproduction, life histories and dispersal. In: Barnes RSK, Mann KH (eds) Fundamentals of aquatic ecology. Blackwell Science, Oxford, p 145–171

- Dissertations

Eve TM (2001) Chemistry and chemical ecology of Indo-Pacific gorgonians. PhD dissertation, University of California, San Diego, CA

- Websites

Froese F, Pauly D (2009) FishBase. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) (accessed 13 Jan 2012)

Electronic supplements: material unsuitable for inclusion within the article (overlong tables, mathematical derivations, video clips, computer code, etc.) may be published on the Inter-Research web-site as an electronic supplement.