

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA – UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE
CURSO DE BACHARELADO EM ECOLOGIA

Erlânio da Silva Sousa

Dinâmica Espaço-temporal da Abundância do Coral Endêmico do Brasil
***Mussismilia harttii* Verrill (1868) no Banco dos Abrolhos BA.**

RIO TINTO-PB

2020

Erlânio da Silva Sousa

**Dinâmica Espaço-temporal da Abundância do Coral Endêmico do Brasil
Mussismilia harttii Verrill (1868) no Banco dos Abrolhos BA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade
Federal da Paraíba como requisito
para a obtenção do título de
Bacharel em Ecologia.

Orientador: Prof.^a Dra. Elaine Folly Ramos
Coorientador: Prof. Dr. Ronaldo Bastos Francini Filho

RIO TINTO - PB

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

S725d Sousa, Erlanio da Silva.

Dinâmica espaço-temporal da abundância do coral
endêmico do Brasil *Mussismilia harttii* Verrill (1868)
no banco dos Abrolhos BA. / Erlanio da Silva Sousa. -
Rio Tinto, 2020.

33 f. : il.

Orientação: Elaine Folly Ramos.

TCC (Graduação) - UFPB/CCAEE.

1. Recife de coral. 2. Profundidade. 3. Cobertura
relativa. I. Ramos, Elaine Folly. II. Título.

UFPB/CCAEE

CDU 639.6

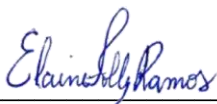
Erlânio da Silva Sousa

**Dinâmica Espaço-temporal da Abundância do Coral Endêmico do Brasil
Mussismilia harttii Verrill (1868) no Banco dos Abrolhos BA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal da Paraíba como
requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Ecologia.

Aprovado em 13 de novembro de 2020.

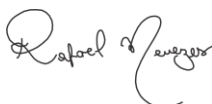
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr^a. Elaine Folly Ramos
Orientadora - Universidade Federal da Paraíba-DEMA



Me^a. Erika Flávia Crispim Santana
Examinadora - Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas PPGCB-
UFPB



Me. Rafael Menezes Roberto
Examinador - Doutorando Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas PPGCB-
UFPB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer aos meus pais, Maria José e Eraldo de Oliveira, por me apoiar bastante em toda essa caminhada, amo muito vocês.

Aos membros da família, Avó, irmão e primos que me apoiam na conclusão desse curso.

Ao amigo, Ronaldo Bastos, por todo conhecimento compartilhado e momentos bacanas, valeu meu grande.

Ao amigo Rafael Menezes, por incentivar a pesquisa, obrigado meu grande.

Aos meus amigos que ao longo do curso conquistei na universidade, Sé, Henrique, Pedro, Will, Ilton, Lucas, Isa, Mayara, Larissa, Leticia, Yara, Jeferson e Paula. E a todos que não mencionei aqui, obrigado gente.

Ao Laboratório de Ecologia Costeira e Oceânica (LECO) e a toda equipe que o constitui, em especial, Elaine Bernini e Fred Lage pelo o apoio e amizade.

Aos amigos da turma 2012.2, Wal, Gyo, Carol, Glaucia, Priscila Ferreira, André, Claudia, Linaldo, Laís, Juliane e em especial minha amiga e irmã Priscila Marinho.

Aos meus amigos e irmãos, Josinaldo e Arthur, pelos bons momentos que temos reunidos, obrigado pessoal.

Ao grande amigo Edito Neto, por todas as conversas produtivas e incentivadoras que tivemos, com certeza a universidade não seria a mesma sem tal amizade, obrigado cara.

A professora Elaine Folly, por me orientar nessa fase tão importante da minha vida, obrigado Folly.

A todos os professores do curso de Ecologia da UFPB, que tive oportunidade de ter aula e absorver o conhecimento compartilhado de todos eles, obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO 7

ABSTRACT 8

INTRODUÇÃO 9

OBJETIVO..... 10

MATERIAL E MÉTODOS 10

RESULTADOS..... 13

DISCUSSÃO..... 16

CONCLUSÃO 18

REFERÊNCIAS 18

ANEXO..... 22

Dinâmica Espaço-temporal da Abundância do Coral Endêmico do Brasil *Mussismilia harttii* Verrill (1868) no Banco dos Abrolhos BA.

Erlânio da Silva Sousa^{1*}

Elaine Folly Ramos ¹

Ronaldo Bastos Francini Filho²

Universidade Federal da Paraíba¹ - <erlanio.silva@gmail.com>

Universidade de São Paulo, Centro de Biologia Marinha CEBIMar/USP²

RESUMO

Os recifes de coral estão entre os mais produtivos ecossistemas do mundo fornecendo serviços ecossistêmicos importante para diversas populações humanas, e abrigam várias espécies formando uma rica diversidade. Estudos mostram que os recifes estão sofrendo queda de cobertura em diferentes regiões do mundo. No Brasil esses recifes estão distribuídos do Amazonas até o Espírito Santo com colônias que podem chegar até a costa de São Paulo. São áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade devido à sua pequena extensão, seus elevados níveis de endemismo e altas taxas de perda de habitat. Os objetivos desse trabalho é quantificar a dinâmica espaço-temporal da cobertura relativa do coral *Mussismilia harttii* nos principais sítios, recifes e habitats durante os anos 2006 a 2008 e 2013 a 2014, e também verificar as principais influências que estão causando o declínio na cobertura relativa do coral *Mussismilia harttii* durante os anos observados. Os dados foram trabalhados com uma linha temporal de 5 anos, e foram feitas coletas no Banco dos Abrolhos por pesquisadores em 26 sítios divididos em 6 recifes com 3 tipos de habitats. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) de um e dois fatores com objetivo de encontrar diferenças significativas entre a cobertura relativa do coral estudado entre os recifes, habitats e anos. Também foi utilizado um modelo do tipo Boosted Regression Trees (BRT) para avaliar a influência relativa de variáveis ambientais e bióticas na cobertura relativa do coral. O maior valor encontrado de cobertura foi no recife de Timbebas ($1,8 \pm 0,4$ coberturas), seguido de parcelas das paredes ($1,1 \pm 0,5$ cobertura), nos habitats a maior cobertura encontrada foi no Topo ($1,5 \pm 0,4$ cobertura), já entre os anos não houve diferença significativa. A modelagem explicou 92,8% das variações da cobertura relativa de *M. harttii*, o maior valor foi na Profundidade (29,1%), seguido de *Palythoa* (19,4%). O presente trabalho mostrou que o coral *M. harttii* teve mais cobertura em recifes mais rasos, e as

variáveis que mais diminuíram sua cobertura foi a profundidade e o contato com o zoantídeo *Palythoa caribaeorum*.

PALAVRAS-CHAVE: Recife de coral; Profundidade; Cobertura relativa

Spatio-temporal dynamics of the Abundance of the Endemic Coral of Brazil *Mussismilia harttii* Verrill (1868) at Banco dos Abrolhos BA.

ABSTRACT

Coral reefs are among the most productive ecosystems in the world providing important ecosystem services for diverse human populations, and are home to several species forming a rich diversity. Studies show that reefs are experiencing declining coverage in different regions of the world. In Brazil these reefs are distributed from Amazonas to Espírito Santo with colonies that can reach the coast of São Paulo, they are priority areas for biodiversity conservation due to their small extent, their high levels of endemism and high rates of habitat loss. the objectives of this work are to quantify the dynamic time space of the relative coverage of the coral *Mussismilia harttii* in the main sites, reefs and habitats during the years 2006 to 2008 and 2013 to 2014, and also to verify the main influences that are causing the decline in the relative coverage of the coral *Mussismilia harttii* during the observed years. The data were worked with a 5-year timeline, and collections were made in the Abrolhos bank by researchers at 26 sites divided into 6 reefs with 3 types of habitats. One and two-factor analysis of variance (ANOVA) was carried out in order to find significant differences between the relative cover of the studied coral between reefs, habitats and years. A Boosted Regression Trees (BRT) model was also used to assess the relative influence of environmental and biotic variables on the relative cover of the coral. The highest coverage value found was on the reimbursement of Timbebas ($1,8 \pm 0,4$ coverings), followed by a portion of the walls ($1,1 \pm 0,5$ cover), in habitats the largest cover found was on the Top ($1,5 \pm 0,4$ coverage), between the years there was no significant difference. The modeling explained 92.8% of the variations in the relative coverage of *M. hartti*, the highest value was in Depth (29.1%), followed by *Palythoa* (19.4%). The present work showed that the coral *M. harttii* had more coverage in shallow reefs, and the variables that most diminished its coverage were the depth and contact with the zoantid *Palythoa caribaeorum*.

KEY WORDS: Coral reef; Depth; Relative coverage

INTRODUÇÃO

Os recifes de corais estão entre os mais produtivos ecossistemas do mundo, fornecendo serviços ecossistêmico importante para diversas populações humanas (Moberg e Folker 1999; Adey 2000). Esses ambientes abrigam uma infinidade de espécies de peixes, moluscos, crustáceos, cnidários e algas, entre outros. A elevada produtividade associada aos ambientes recifais tem uma importância singular como fonte de recursos pesqueiros para as comunidades costeiras, além de representarem barreiras de proteção à costa, fonte de farmacoterápicos e áreas para o turismo marinho (Bruckner, 2002; Lewison et al., 2004; Diedrich, 2007). Cerca de 500 milhões de pessoas residentes em países em desenvolvimento possuem algum tipo de dependência direta ou indireta dos serviços oferecidos por este ecossistema (Wilkinson 1998).

Estudos mostram que os recifes estão sofrendo queda de cobertura em diferentes regiões, Caribe, Indo-pacífico e a Grande barreira de corais (Gardner et al. 2003; Bruno & Selig 2007; De'ath et al. 2012). A saúde dos recifes de coral em todo o mundo está seriamente ameaçados e estima-se que 27% deles já foram degradados em níveis irreversíveis (César et al. 2003). As mudanças climáticas representam um dentre os principais fatores que influenciam na saúde dos corais, como o aumento na temperatura, a eutrofização das águas do mar, sobrepesca e acidificação dos oceanos (Smith e Buddmeier, 1992; Fabricius, 2005; Hoegh-Guldberg et al. 2007).

Os recifes de corais no Brasil estão distribuídos desde Amapá (Recifes do Amazonas; Francini-Filho et al., 2018) à Espírito Santo (Mazzei et al., 2017), com colônias esparsas atingindo a costa de São Paulo. São áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade devido à sua pequena extensão, seus elevados níveis de endemismo e altas taxas de perda de habitat (Dutra et al., 2005).

O complexo recifal de Abrolhos abrange a mais extensa área de recifes de coral do Brasil e de todo o oceano Atlântico Sul, o qual possui menos de 1% dos ecossistemas recifais do planeta Terra (Leão 1999) e abriga todas as espécies de corais escleractíneo até hoje descritos para o Brasil, e algumas dessas espécies são da família Mussidae; *Mussismilia braziliensis*, *Mussismilia hartti*, *Mussismilia hispida* e *Scolymia wellsi*. Dentre as citadas, temos o *M. harttii*, que é uma espécie de coral escleractíneo (com presença de zooxantelas, microalgas simbióticas responsável pela fotossíntese dos corais), endêmica do Brasil. Tem uma grande

distribuição geográfica, ocorrendo desde o litoral do Ceará até o sul do Espírito Santo. Esta espécie de coral possui grandes pólipos e pode formar colônias de mais de 200 indivíduos, com picos reprodutivos nos meses de setembro e novembro (Pires et al. 1999).

OBJETIVO

Quantificar a dinâmica espaço-temporal da cobertura relativa do coral *M. harttii* nos principais recifes e habitats durante os anos 2006 a 2008 e 2013 a 2014.

Verificar as principais influências que interfere na cobertura relativa do coral *M. harttii* durante os anos observados

MATERIAL E MÉTODOS

O Banco dos Abrolhos abrange a mais extensa área de recifes de coral do Brasil e de todo o oceano Atlântico Sul (Leão e Kikuchi 2001). Está localizado no extremo sul da Bahia, (**Figura 1**) com uma fauna endêmica de corais construtores hermatípicos (com presença de zooxantelas), sendo também local de procriação de baleias jubarte (Martins et al. 2001), além de ter uma grande diversidade de peixes recifais (Francini-Filho e Moura 2008). Os recifes de Abrolhos apresentam uma característica diferente dos outros recifes em sua forma de crescimento, eles formam uma estrutura com o formato de cogumelo, chamado de chapeirão, que chegam a 25 metros de altura e 50 metros de diâmetro, o qual tem sua construção basicamente feita por acúmulos de corais construtores e algas calcárias (Leão et al. 2003), possibilitando, assim, outros habitats para os seres existentes no local.

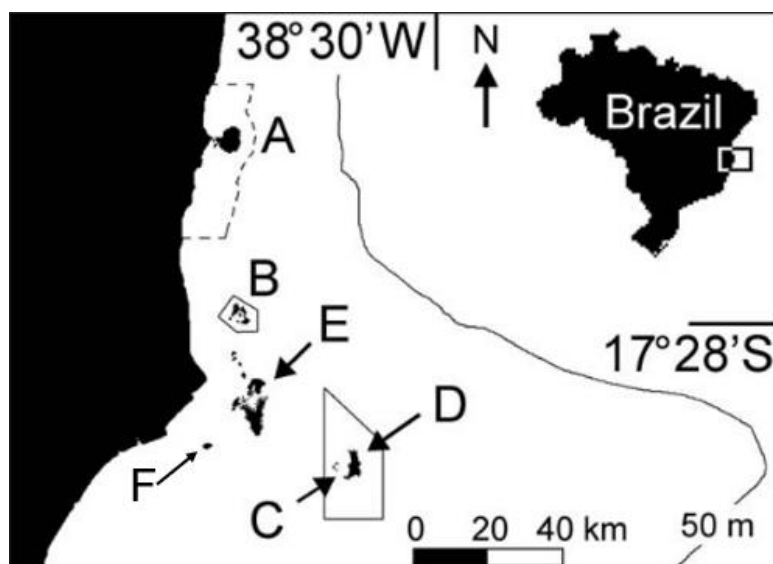


Figura 1: Mapa do Banco de Abrolhos, mostrando sítios de estudo e áreas marinhas protegidas, (Modificado de Francini-Filho et al, 2013). As letras correspondem aos recifes estudados. A – Recifes Itacolomis; B – Recifes de Timbebas; C – Arquipélago do Farol; D – Parcel dos Abrolhos; E – Parcel das Paredes; F – Sebastião Gomes. Linha continua, Parque nacional marinho dos Abrolhos e Linha tracejada, Reserva Extrativista Marinha de Corumbau.

Coleta e tratamento dos dados

A linha temporal usada foi de 2006 a 2008 e 2013 a 2014. foi utilizado a metodologia de foto-quadrados que consiste em alocar 10 quadrados aleatórios (amostras) formado por mosaico de 15 fotos (cf. Francini-filho et al 2008). As coletas foram feitas em 26 sítios divididos em 6 recifes com 3 tipos de habitats, conforme demonstrado na **Tabela 1**

Tabela 1: Números de recifes, Sítios de coletas e habitats

RECIFE	SÍTIOS DE COLETA	HABITATS
ARQUIPÉLAGO DO FAROL	FAROL	RO
	GUARITA	RO
	MVERDE	RO
	SIRIBA	RO
ITACOLOMIS	A1	TP/PA
	A2	TP/PA
	A3	TP/PA
	AMP1	TP/PA
	AMP2	PA
	AMP3	PA
	B1	TP/PA
	B2	TP/PA
	C1	TP/PA
	C2	TP/PA
PARCEL DOS ABROLHOS	PAB1	TP/PA
	PAB2	TP/PA
	PAB3	TP/PA
	PAB4	TP/PA

	PAB5	TP/PA
PARCEL DAS PAREDES	ARENG	TP/PA
	PA2	TP/PA
	PLEST	TP/PA
SEBASTIÃO GOMES	SG	TP/PA
TIMBEBAS	TIM1	TP/PA
	TIM2	TP/PA
	TIM3	TP/PA

Para obter a cobertura relativa de todas as variáveis bióticas (**Tabela 2**) coletadas foram feitas para cada uma, em seus respectivos sítios, 10 amostras por sítios e habitats, alguns sítios variam por possuírem apenas um habitat.

Tabela 2: Número de variáveis bióticas

VARIÁVEIS BIÓTICAS

Mussismilia hartti

Palythoa

Algas turf

Esponjas

As médias das variáveis bióticas foram feitas com o uso do programa CPCe (Coral Point Count with Excel extensions) disponível no site (<https://cnso.nova.edu/cpce/index.html>), que fornece uma ferramenta para a determinação da cobertura de coral, especificado de pontos aleatórios disposto numa imagem que são calculados e enviados em forma de planilha para o Excel.

A pesquisa obteve coleta de dados de sensoriamento remoto através do site (<https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov>), foi utilizado o programa seaDAS versão 7.3.2, os dados

foram coletados com a resolução de 4Km². Foram obtidos dados para 10 variáveis ambientais e 3 para variáveis coletada in loco, demonstrado na **Tabela 3**

Tabela 3: Número de variáveis Ambientais e coletadas in loco

VARIAVEIS AMBIENTAIS	VARIÁVEIS COLETADAS IN LOCO
Temperatura da água do mar a noite	Profundidade
Radiação fotossintética disponível	Distância da costa
Concentração de Calcita	DIST_100M_ISO
Carbono orgânico particulado	
Aerossóis atmosféricos	
Concentração de clorofila a	
Nível de turbidez	

Os dados das variáveis ambientais são tratados e incluídos na planilha de variáveis bióticas para assim serem analisados.

Análise de dados

Uma (ANOVA) análise de variância de um e dois fatores com objetivo de encontrar diferenças significativas entre a cobertura relativa do coral *M. harttii* nos Recifes, Habitats e Anos. As análise de variância foram realizada no programa STATISTICA 13.0 (disponível em <https://statistica.software.informer.com/>), adotando-se nível de significância $p \leq 0,05$ para se rejeitar a hipótese nula. Também foi realizado na plataforma livre R 3.0.1 (disponível em <https://cran.rstudio.com/>), a modelagem do tipo Boosted Regression Trees (BRT) para avaliar a influência relativa de variáveis ambientais e bióticas na cobertura relativa do coral *M. harttii*. O BRT é uma técnica estatística que utiliza árvores de regressão com a incorporação dos métodos de aprendizagem através de algoritmos (schapire 2003).

RESULTADOS

Cobertura relativa do *M. harttii* nos recifes do banco dos abrolhos

A cobertura relativa de *M. harttii* variou significativamente entre os recifes $F=8,63$ $p=0,000$ o maior valor encontrado de cobertura foi no recife de Timbebas ($1,8 \pm 0,4$), seguido de parcel das paredes ($1,1 \pm 0,5$), Itacolomis ($0,7 \pm 0,6$), Arquipélago do farol ($0,4 \pm 0,5$), Parcel dos Abrolhos ($0,3 \pm 0,3$), Sebastião Gomes ($0,2 \pm 0,4$). como demonstra na

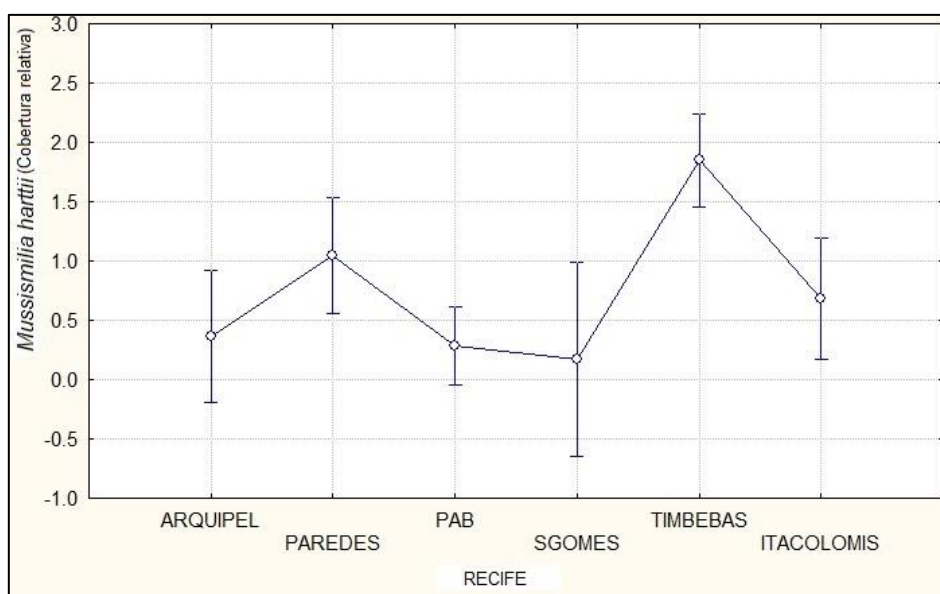


Figura: 3 variações na cobertura relativa do *M. harttii* entre recife. (ARQUIPEL = Arquipélago do Farol, PAREDES = Parcel das paredes, PAB = Parcel dos Abrolhos, SGOMES = Sebastião Gomes, TIMBEBAS = Timbebas, ITACOLOMIS = Itacolomis). Pontos = médias, Linhas verticais = desvio padrão

Cobertura relativa do *M. harttii* entre os habitats

Foram encontradas diferenças significativas entre os habitats $F = 16,14$, $p=0,000$. A maior cobertura encontrada no Topo ($1,5 \pm 0,4$) seguido do recife rochoso ($0,38 \pm 0,58$), parede ($0,3 \pm 0,2$)

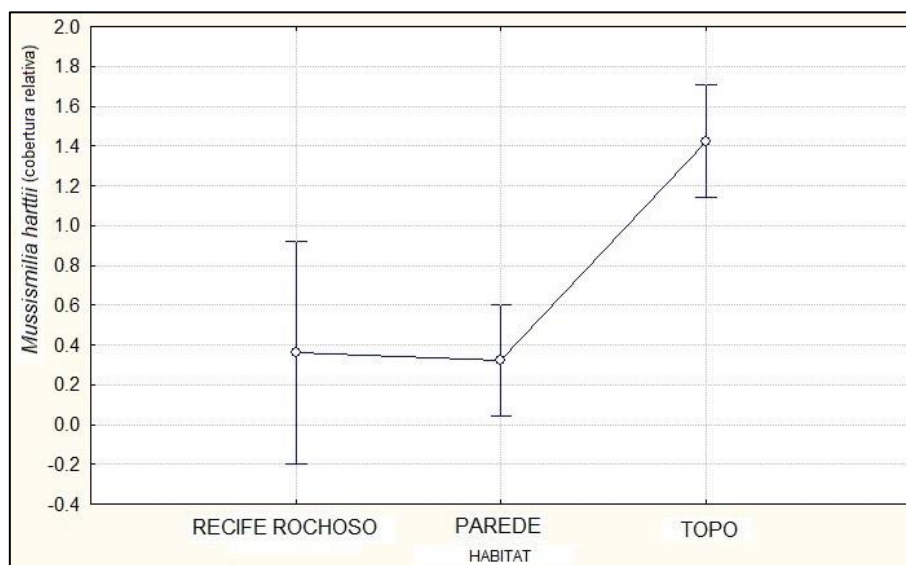


Figura: 4 Variações da cobertura do *M. hartti* entre habitats.

Pontos = medias, Traços verticais = desvio padrão

Cobertura relativa do *M. hartti* entre os anos

Não houve diferença significativa entre os Anos $F=22,51$, $p=9,244$, O Ano de 2006 teve maior cobertura ($0,97 \pm 0,47$), seguido por 2007 ($0,93 \pm 0,5$), 2014 ($0,9 \pm 0,8$), 2008 ($0,79 \pm 0,29$) e 2013 ($0,57 \pm 0,87$).

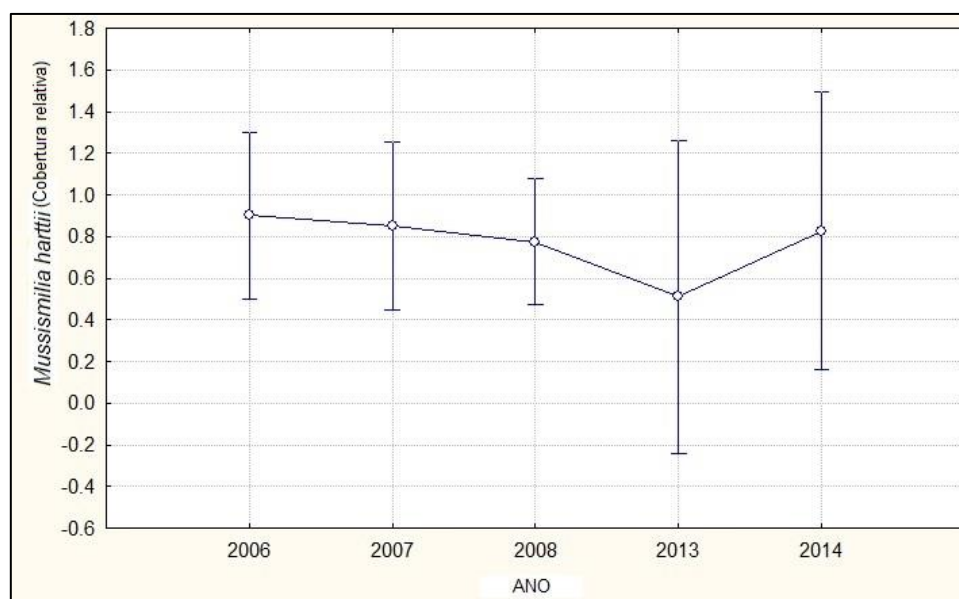


Figura: 5 Variação da cobertura do *M. hartti* entre os Ano. Pontos = medias, Traços verticais = desvio padrão

Modelagem do Boosted Regression Trees (BRT) mostrando principais variáveis que limitam o crescimento do *M. hartti*

A modelagem explicou 92,8% entre todas as variáveis utilizadas na modelagem, o maior valor foi Profundidade (29,1%), seguido de Palythoa (19,4%), Algas turf (12,8%), Distancia da costa (9,1%), Habitat (7,5%), esponja (6,3%), dist_100m_iso (5%), temp-agua-mar-noite (3,6%)

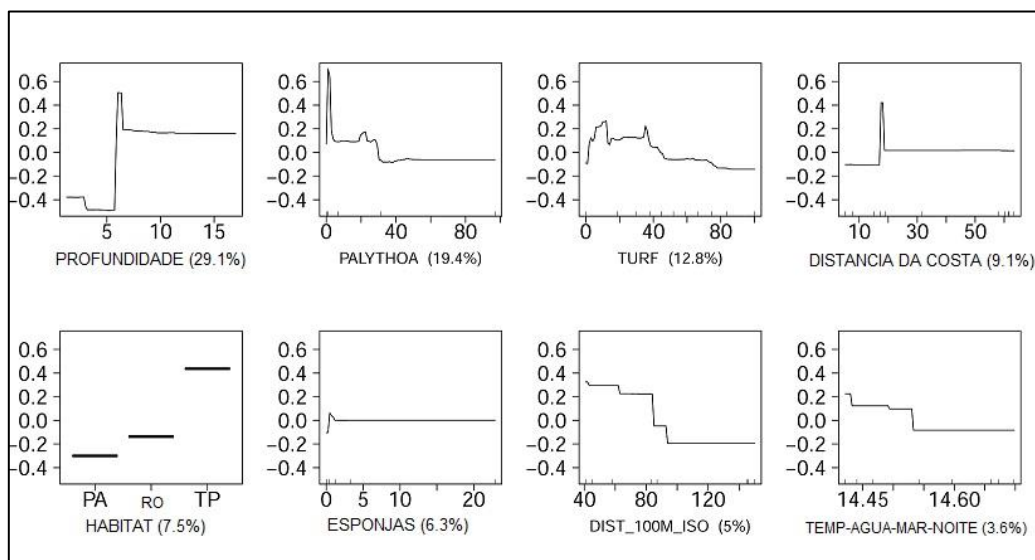


Figura: 6 Preditores usados no Boosted Regression Trees (BRT) mostrando principais influências das variáveis sobre o coral *M. hartti*

DISCUSSÃO

Dentro os 6 recifes estudados, o recife de Timbebas foi o que teve a maior cobertura relativa, esse recife pertence ao arco costeiro com distancia de aproximadamente 17km da costa, corroborando com os resultados de Francini Filho et al. (2013). Segundo Leão et al (2008) o percentual de cobertura viva de coral e hidrocoral apresenta os maiores valores no recife de Timbebas. O recife de Timbebas é protegido e faz parte do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (Leão et al. 2008)

Os recifes de coral do banco dos Abrolhos têm três zonas recifais que são: o topo, a borda (recife rochoso) e a parede recifal, todas com características bastantes distintas dos recifes, caribenhos (Leão 1999). O *M. harttii* teve sua maior cobertura relativa no habitat topo, isso demonstra a sua preferência por ambientes rasos. Esta espécie de coral possui grandes pólipos (Pires et al. 1999) essa característica proporciona uma boa adaptação a ambiente com sedimentação corroborando com Leão et al. (2003)

Hongo e Yamano, 2013; Orborne et al. 2011 mostram que o monitoramento linear junto ao longo período de tempo contínuo dá para ter uma noção espaço temporal muito melhor e preciso do objeto monitorado, diante disso a cobertura relativa do *M. harttii* entre os anos não teve diferença significativa, os dados trabalhados foram de 2006 a 2008 com intervalo e seguindo em 2013 a 2014, esse espaço entre os anos pode ter sido o fator predominante no resultado.

A modelagem pode ser usada para identificar variáveis com maior poder explicativo, indicam condições ótimas ou não tão favoráveis e fazem predições para novos casos. o BRT é o exemplo desse tipo de modelagem (Elith et al. 2008). O modelo mostrou que a profundidade foi o maior limitante para cobertura relativa do coral *M. harttii*, o coral tem preferência por ambientes mais rasos, Vermeij & bak (2003) mostra que a profundidade limita a distribuição de corais (com presença de zooxantelas) construtores de recifes. As zooxantelas transferem para o coral grande parte da energia necessária para sua nutrição e crescimento.

O *Palythoa caribaeorum* foi o segundo maior fator limitante na cobertura relativa do coral *M. harttii*. Suchanek & Green (1981) mostra que o coral *P. caribaeorum* pode crescer demais para quase todos os outros invertebrados sésseis de recife, colocando-o no topo de uma hierarquia competitiva para ecossistemas de recifes. Soares et al. (2006) diz que o gênero *Palythoa* é caracterizado pela presença de uma poderosa toxina chamada palitoxina. Esta toxina é considerada uma das moléculas biologicamente ativa mais potente de origem marinha, mostrando que além de alta taxa de crescimento o coral *P. caribaeorum* tem vantagem na competição interespecífica (entre espécies diferentes).

E por último temos a terceira maior variável que limita a cobertura relativa do *M. harttii*, que são as algas filamentosas (turf). As Algas perenes que formam tapetes emaranhados (“turfs”) são superiormente competitivas, visto ao preenchimento do espaço pela densidade de ramos por área (Olson & Lubchenco, 1990).

CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou que em recifes mais rasos a cobertura relativa do coral *Mussismilia harttii* é mais abrangente, também mostrou que o topo foi o habitat com mais cobertura relativa. A linha temporal usada no referente trabalho não variou significativamente durante os anos estudados, acredita-se que o intervalo de 5 anos que contribuiu no seu resultado final, para avaliar essa alternativa teria que fazer um trabalho posterior com uma linha temporal continua sem intervalos.

A profundidade e o contato com coral *Palythoa caribaeorum* são as principais influências causadoras de declínios na cobertura relativa do *Mussismilia harttii*. a profundidade por ser um fator limitante para o coral justamente por o mesmo preferir locais mais rasos, já o contato com coral *Palythoa caribaeorum* é devido a sua alta taxa de crescimento ocasionando competição interespecíficas (entre espécies diferentes) favorecendo o *P. caribaeorum*.

REFERÊNCIAS

- Adey, H.W. (2000). Coral reef ecosystems and human health: Biodiversity counts! Ecosystem Health 6, 227–236.
- Bruno, J.F., Selig, E.R., Casey, K.S., Page, C.A., Willis, B.L., Harvell, C.D., Sweatman, H., and Melendy, A.M. (2007). Thermal stress and coral cover as drivers of coral disease outbreaks. PLoS Biology 5, 1220–1227.
- Bruckner, A.W. (2002). Life-saving products from coral reefs. Issues in Science and Technology 18, 35.
- Elith, J., Leathwick, J.R., and Hastie, T. (2008). A working guide to boosted regression trees. Journal of Animal Ecology 77, 802–813.

CESAR, H.; BURKE, L.; PET-SOEDE, L. The Economics of WorldWide Coral Reef Degradation. Cesar Environmental Economics Consulting – WWF, 2003. 23 p.

Diedrich, A. (2007). The impacts of tourism on coral reef conservation awareness and support in coastal communities in Belize. *Coral Reefs* 26, 985–996.

Dutra, G.F., Allen G.R., Werner, T., McKenna, S.A. (2005). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. *RAP Bulletin of Biological Assessment, Conservation International* 38, 1–160.

Francini-Filho RB e Moura RL (2008) Dynamics of fish assemblage on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1166-1179.

Francini-Filho, R.B., Moura, R.L., Thompson, F.L., Reis, R.M., Kaufman, L., Kikuchi, R.K.P., and Leão, Z.M.A.N. (2008). Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). *Marine Pollution Bulletin* 56, 1008–1014.

Francini-Filho, R.B., Coni, E.O.C., Meirelles, P.M., Amado-Filho, G.M., Thompson, F.L., Pereira-Filho, G.H., Bastos, A.C., Abrantes, D.P., Ferreira, C.M., Gibran, F.Z., et al. (2013). Dynamics of Coral Reef Benthic Assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: Inferences on Natural and Anthropogenic Drivers. *PLoS ONE* 8.

Francini-Filho, R.B., Asp, N.E., Siegle, E., Hocevar, J., Lowyck, K., D’Avila, N., Vasconcelos, A.A., Baitelo, R., Rezende, C.E., Omachi, C.Y., et al. (2018). Perspectives on the Great Amazon Reef: Extension, biodiversity, and threats. *Frontiers in Marine Science* 5.

Fabricius, K.E. (2005). Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: Review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* 50, 125–146.

Gardner, T.A., Côté, I.M., Gill, J.A., Grant, A., and Watkinson, A.R. (2003). Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science* 301, 958–960.

Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C.D., Sale, P.F., Edwards, A.J., Caldeira, K., et al. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* (New York, N.Y.) 318, 1737–1742.

Hongo, C., and Yamano, H. (2013). Species-Specific Responses of Corals to Bleaching Events on Anthropogenically Turbid Reefs on Okinawa Island, Japan, over a 15-year Period (1995–2009). *PLoS ONE* 8.

Leão, Z.M.; A.N. 1999. Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>

Leao, Z.M.A.N., and Dominguez, J.M.L. (2000). Tropical coast of Brazil. *Seas at the Millennium - an Environmental Evaluation - Volume 1* 719–729.

Leão, Z.M.A.N., and Kikuchi, R.K.P. (2001). The Abrolhos Reefs of Brazil. pp. 83–96.

Leão ZMAN, Oliveira MDM, Kikuchi RKP (2008). os recifes de coral da apa ponta da baleia, bahia. *olam - Ciência & Tecnologia* 8.

Leão, Z.M. a N. (2002). Abrolhos, BA - O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. *Sítios Geológicos e Paleontológicos Do Brasil I*, 345–359.

Schapire, R.E. (2003). The Boosting Approach to Machine Learning: An Overview. pp. 149–171.

Leão ZMAN, Kikuchi RKP, Testa V (2003) Coral and coral reefs of Brazil. *Latin America Coral Reefs* 9-52

Lewison, R.L., Crowder, L.B., Read, A.J., and Freeman, S.A. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends in Ecology and Evolution* 19, 598–604.

Moberg, F., and Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics* 29, 215–233.

Maida, M., and Ferreira, B.P. (1997). Coral reefs of Brazil, an overview. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* 263–274.

Martins, C.C.A., Morete, M.E., Engel, M.H., Freitas, A.C., Secchi, E.R., and Kinas, P.G. (2001). Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. *Memoirs of the Queensland Museum* 47, 563–570

Mazzei, E.F., Bertoncini, A.A., Pinheiro, H.T., Machado, L.F., Vilar, C.C., Guabiroba, H.C., Costa, T.J.F., Bueno, L.S., Santos, L.N., Francini-Filho, R.B., et al. (2017). Newly discovered reefs in the southern Abrolhos Bank, Brazil: Anthropogenic impacts and urgent conservation needs. *Marine Pollution Bulletin* 114, 123–133.

Osborne, K., Dolman, A.M., Burgess, S.C., and Johns, K.A. (2011). Disturbance and the dynamics of coral cover on the Great Barrier Reef (1995-2009). *PLoS ONE* 6.

Olson, A.M., and Lubchenco, J. (1990). Competition in seaweeds: linking plant traits to competitive outcomes. *Journal of Phycology* 26, 1–6.

Pandolfi, J.M., Bradbury, R.H., Sala, E., Hughes, T.P., Bjorndal, K.A., Cooke, R.G., McArdle, D., McClenachan, L., Newman, M.J.H., Paredes, G., et al. (2003). Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301, 955–958.

Pires, D. O., Castro, C. B., & Ratto, C. C. (1999). Reef coral reproduction in the Abrolhos Reef Complex, Brazil: the endemic genus *Mussismilia*. *Marine Biology*, 135(3), 463-471.

Smith, S.V., and Buddemeier, R.W. (1992). Global change and coral reef ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23, 89–118.

Suchanek, T.H., and Green, D.J. (1981). Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix reefs, U.S. Virgin Islands. In *Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium*, (Manila), pp. 679–684.

Soares, C.L.S., Pérez, C.D., Maia, M.B.S., Silva, R.S., and Melo, L.F.A. (2006). Avaliação da atividade antiinflamatória e analgésica do extrato bruto hidroalcoólico do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860). *Revista Brasileira de Farmacognosia* 16, 463–468.

Vermeij, M.J.A., and Bak, R.P.M. (2003). Species-specific population structure of closely related coral morphospecies along a depth gradient (5-60 M) over a Caribbean reef slope. *Bulletin of Marine Science* 73, 725–744

WILKINSON, C. Status of Coral reefs of the World: 1998. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science and the Global Coral Reef Monitoring Network, 1998. 184 p.

ANEXO

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The Bulletin accepts monographs, reviews and articles, notes, discussions and replies, and novel research gear, instrument, device, or system with potential to advance marine research (“Research Tools in Marine Science”). Additionally, the Bulletin publishes informative stand-alone artwork with accompany text in its section “Portraits of Marine Science.”

Manuscript Submission

The Bulletin accepts manuscripts via an online submission and peer-review process. The submission of a manuscript will be taken to imply that the manuscript is original and has not been submitted or published elsewhere in its present or modified form. Other matters should be sent to the Editorial Office, Bulletin of Marine Science, Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, Florida 33149-1031 USA or emailed to bms@rsmas.miami.edu.

Formatting Requirements

Language:

Only papers in English will be accepted. Spelling, word division, and geographical names should follow either the Concise Oxford Dictionary of Current English or The MerriamWebster’s Dictionary.

Letter to the Editor:

As part of the electronic submission of manuscripts, authors are required to write a letter to the editor detailing (1) the content of the manuscript and its appropriateness for the Bulletin of Marine Science, (2) a list of any papers on related topics by any of the authors that have been published within the past year or that are in review or in press, and (3) a list and contact information of at least four potential reviewers, experts on the topic of the manuscript, and without any collaboration with the author(s) or any affiliation with the institution(s) of the author(s).

Content:

Authors are strongly advised to consult a recent issue of the Bulletin and follow the style and general layout of articles. All manuscripts should be typed in 12-point, Times or Times New Roman font, and double-spaced.

The sequence of the material should be:

- Title Page
- Abstract
- Text
- Acknowledgments
- Literature Cited
- Tables
- Figure legends
- Figures
- Appendix (if included)

Title Page:

The full title of the manuscript in 20 words or less. If applicable, the geographical location of the research should be referenced along with the full name of any particular focal species (authority credited with naming the species usually should not appear as part of the title). A running title (eight word limit).

Authors' names directly under the title.

Full addresses should be listed below the author name(s) using numerical superscripts. Indicate corresponding author with an asterisk (*).

Email addresses for the corresponding author should be set inside angle brackets: <bmsassistant@rsmas.miami.edu>.

Abstract:

Single paragraph of not more than 250 words. Please include abstract for all articles and notes.

Briefly states the reason for the research and summarizes the significant findings.

At first mention, a scientific (binomial) name should be written in its entirety including the authority credited with naming the species; i.e., *Palythoa caribbaeorum* (Duchassaing and Michelotti, 1861). Thereafter in the abstract, it is only necessary to abbreviate the species name (i.e., *P. caribbaeorum*) except when the species name starts a sentence in which case the genus must be spelled out in full (i.e., *Palythoa caribbaeorum*).

Text:

Cite all tables and figures in the order in which they are numbered.

Do not abbreviate state, province, or country names.

All scientific (binomial) names written in the text of the manuscript should include the authority credited with naming the species at first mention only. Throughout the remaining text, it is only necessary to abbreviate the species name (i.e., *P. caribbaeorum*). An exception is when the species name starts a sentence in which case genus must be spelled out in full (i.e., *Palythoa caribbaeorum*).

If there are more than 15 species listed in the manuscript, an alternative is to list species authorities (and common names if applicable) in a table or appendix.

Footnotes are discouraged. Such ancillary information should appear in the text set off in [brackets] or incorporated into the text.

Works in progress (i.e., manuscripts in preparation or review) cannot be cited in the text, and should instead be cited as unpublished data: (J Smith, University of Miami, unpubl data). Works in press may be cited as such in the text and in the Literature Cited as (Smith in press). When referencing unpublished data or a personal communication, include the name and institution of the person being referenced (i.e., J Smith, University of Miami, pers comm).

Common abbreviations and symbols such as %, mm, m, g, ml, mg, °C, µm, d (day), hr (hour), yr (year), and so forth, should be used. Measurements are to be given in metric units only. Other equivalents may be given in parentheses if necessary, with the permission of the Editor. Abbreviate units of measure only when used with numbers (i.e., 45 cm, 14 mg, 30 d, etc.). Symbols for “male” (♂) and “female” (♀) will be inserted during typesetting upon request of the corresponding author.

Boldfaced type should only be used when noting a new species. Otherwise, the use of boldfaced, scripted, and underlined text is discouraged.

All first and second headings (i.e., Methods, Results, Discussion) should be in small caps. All third headings should be set in italics.

All text should be aligned to the left. Do not double space after each sentence. Do not use tools such as “Track Changes,” and also refrain from inserting text boxes, headers, footers, and any other formatting devices.

Superscripts and subscripts should be used when necessary (i.e., cm² or CO₂).

Numbers one through nine should be spelled out when not associated with units of measure. Thereafter, use number keys (10, 11, 12, etc.).

Place in-text references within parentheses, follow the last name of the author(s) by the year of publication without intervening punctuation.

(Smith 2010)

(Smith and Jones 2005)

(Smith et al. 1996)

When referencing literature within the text of the manuscript use chronological order (i.e., Jones et al. 1979, Smith 1980, Reilly 1981). If years are the same organize alphabetically (i.e., Jones et al. 1979, McManus 1980, Smith et al. 1980). Literature cited within the text must be cited in the Literature Cited section and vice versa.

Acknowledgments:

Individuals should be acknowledged using their first initial and last name (i.e., J Smith). Include a brief statement recognizing funding agencies, institutions, reviewers, permits, and any contributors to the work.

Literature Cited:

The Bulletin of Marine Science uses the Council of Science Editors Scientific Style and Format (8th ed) style (name-year system) for its Literature Cited section. Legal references in text should follow the Bluebook style.

Please refer to a recent issue of the Bulletin of Marine Science (starting with volume 87,

older volumes used a different style) or to the Council of Science Editors Scientific Style and Format (7th ed) for guidance on citing literature according to Bulletin standards.

All literature referenced in the text must be included in the Literature Cited section and vice versa.

Authors are responsible for the completion and accuracy of the Literature Cited.

When citing an article, the Author(s). Date. Article title. Journal title. Volume(issue, if present in the document):location. should be included; i.e., Goddard JHR, Love MS. 2010. Megabenthic invertebrates on shell mounds associated with oil and gas platforms off California. *Bull Mar Sci.* 86(3):533–554.

All periodical names should be abbreviated. Journal abbreviations should be according to the Council of Science Editors Style Committee's CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, 7th edition. All that JAS: Journal Abbreviation Sources may also be used.

When citing a book, the Author(s)/Editor(s). Date. Title. Edition. Place of publication: Publisher. should be included; i.e., Smith J. 1997. *Birds of Florida*. 2nd ed. New York: Murphy Publishing.

When citing a specific article or chapter within a book, the format is as follows: Author(s). Date. Article title. In: Editor(s)' name(s), editors. Book title. Edition. Place of publication: Publisher. Location.

McDaniel TK, Valdivia RH. 2005. New tools for virulence gene discovery. In: Cossart P, Boquet P, Normark S, Rappuoli R, editors. *Cellular microbiology*. 2nd ed. Washington DC: ASM Press. p. 473–488.

Literature cited should be in alphabetical order. When multiple works are cited by the same author, chronological order (in ascending order) is followed. When the first author is the same but coauthors differ, order the citations alphabetically, then alphabetically by the second authors' surname. An example is as follows:

Smith A. 1987.

Smith A. 2001.

Smith A, Jones B. 2004.

Smith A, Jones B, Carson C. 2000.

Smith A, Martin G. 2001.

In the Literature Cited, only capitalize proper nouns, and special names of countries or regions of countries, cities or sections of cities, rivers, bays, oceans, mountains, islands, and other

geographical names. Do not capitalize or italicize the titles of books, reference volumes, etc. Do not use ampersands (“&”) in citations unless it is part of a title or publishing house name.

Please keep citation of non peer-reviewed material (“gray literature”) to a minimum.

If multiple authors, spell out the first 10, then follow by “et al.” Example:

Maragos J, Miller J, Gove J, DeMartini E, Friedlander A, Godwin S, Musburger C, Timmers M, Tsuda R, Vroom P, et al. 2008.

We strongly encourage limiting the number of references to a ratio of 1:4 (about one page of citations for every four pages of text).

When a digital object identifier (DOI) name is displayed in a reference, it should be preceded with the URL form <http://dx.doi.org/doi>. For example, the DOI name 10.5343/bms.1998.2354 would appear as <http://dx.doi.org/10.5343/bms.1998.2354>. Note that there is no period at the end of the DOI in a citation. The DOI name should always be the last element in the citation. The *Bulletin* is a member of CrossRef, therefore, we require the use of DOIs in citations.

Users of EndNote® please download the output style “CSE Style Manual, 7th ed. (NameYear)” from the EndNote website.

Electronic and Internet sources:

For a complete list of all types of electronic citations please refer to the Citing Medicine: The NLM Style Guide for Authors, Editors, and Publishers [Internet]. 2nd edition (2007) available online at www.nlm.nih.gov/pubs/formats/internet.pdf.

Electronic-journal articles:

Last Name and Initial(s) of Author, [followed by last names and initials of other authors]. Year of Publication. Title of article. Abbreviated Journal Title [medium]; Volume: Inclusive Page Numbers [if available]. Availability Information. Date of Access.

Dahlgren C, Marr J. 2004. Back reef systems: important but overlooked components of tropical marine systems. Bull Mar Sci. [serial online] 75(2):145–152. Available from: <http://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2004/00000075/00000002/art00002> via the Internet. Accessed 14 March, 2005.

com/content/umrsmas/bullmar/2004/00000075/00000002/art00002 via the Internet. Accessed 14 March, 2005.

Electronic books or monographs:

Last Name and Initial(s) of Author, [followed by last names and initials of other authors]. Year of Publication. Title of monograph [monograph online]. Place of Publication: Publisher; [Update Information, if applicable]. Availability Information. Date of Access.

Databases:

Last Name and Initial(s) of Author, [followed by last names and initials of other authors, if any]. Title of Database. Version. Place of Publication: Publisher. Date of Publication [Date of Update/ Revision; Date of Citation].

Entire web pages:

Last Name and Initial(s) of Author; Title of Webpage [Internet]. Place of Publication: Publisher; Date of Publication [Date of Update/Revision, Date of Copyright, Date of Citation]. Available from: (Insert URL)

Bulletin of Marine Science [Internet]. Miami, FL: Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami; c2005, 14 March, 2005. Available from: <http://www.rsmas.miami.edu/bms> (or rsmas.miami.edu/bms)

Discussion lists:

Author of Message. Title of Message. In: Title of List. [Place of Publication: Publisher]; Date of Publication; [cited (insert citation date)]. Numeration of Message. Available from: Insert URL

Blogs:

Author of Blog. Title of Blog. Type of Medium [Internet]. Place of Publication: Publisher;

Date of Publication - [cited (insert citation date)]. Available from: Insert URL
Table and Figure Formatting (for final version submission to BMS after acceptance)

Figures and tables, with their legends and headings, should be self-explanatory and should not require reference to the text. Species names should not be abbreviated in either figure or table legends.

Figures should be clear and legible, with 1-inch margins. The dimensions and the thickness of the individual lines, spaces, and letters may also be reduced proportionally.

Each table and figure should start on a separate page. Consistency in headings and format is desirable. Vertical rules or horizontal gridlines should be avoided.

Tables:

Only Excel® spreadsheets and Word® tables are accepted. When using Word, insert a table by using the “Table” menu. Do not use tabs or spaces to separate columns. Do not submit tables as image files. Do not add extra spaces in rows within or between table columns. Spaces prevent proper column alignment and require reformatting during typesetting. Do not break up tables as continuation pages (i.e., Table 1 continued).

If a table is large, and consists of numerous pages, the number of columns must be the same for all rows even if cells are blank.

There should be no shading, boldfacing, underlining, or box-line formatting in tables. Brief table legends should be included immediately above each table.

Figures:

Bulletin of Marine Science accepts EPS, TIFF, and high resolution PDF images only (consider using the predefined “Press Quality” Adobe PDF preset in Acrobat’s “File” menu. This preset contains flattener settings appropriate for complex figures intended for highresolution output). Refrain from submitting electronic images in Word or any other word processing application.

Please make sure each figure is properly labeled before submission (Figure 1, Figure 2, etc.).

The resolution must be 360 dpi for color, grayscale, or continuous tone images and 1200 dpi for bitmap or line art strictly composed of black and white.

Size your images: 29 picas (12.28 cm, 4.833 inches) maximum for portrait images, 42 picas (17.78 cm, 7 inches) maximum for landscape images.

All lines must be at least 0.5 point. Avoid the use of very small print, fine lines (hairlines) or very light stippling — these fade or disappear during final printing, or in the case of text, become unreadable.

Remove gridlines from all figures.

Color graphics are not published unless the author agrees in advance to pay US\$600 for each color plate (first plate only). Additional plates will be charged at a discounted rate, depending on the number of color plates submitted. Please contact the Editorial Office for an estimate of color charges.

If a color image is going to appear in the print version of the journal, it should be saved as CMYK color (and not RGB color).

If a figure has shading or texture, it should be saved as a TIFF file to insure the patterns and shading are maintained.

If a figure is divided into parts, and these parts are denoted with letters (A, B, C, etc.), please write or draw these letters in capital case. All tables and figures pertaining to a manuscript published in the *Bulletin* appear in text with capital letters as Fig. 1A, Figure 2C, etc. (not Fig. 1a, Fig. 2c) irrespective of how they appear in the illustration itself. For a match, make sure all figures use capital letters.

Choose fonts for their readability (Helvetica, Times, Arial are good examples). Font size should not be less than 8 point in the final layout size.

Figures with errors will either be returned or printed with the errors. The *Bulletin* does not redraw or modify figures. Please proof carefully.

Figure legends must not be included on the figure. All figure legends should be included separately, in the text following the Literature Cited and tables.

Important! Avoid these common errors when submitting your figures:

1. Format: Bulletin of Marine Science accepts EPS, TIFF, and high resolution PDF images only (consider using the predefined “Press Quality” Adobe PDF preset. This preset contains flattener settings appropriate for complex figures intended for high resolution).

output). Refrain from submitting electronic images in Word or any other word processing application.

2. Resolution and size: The resolution must be 360 dpi for color, grayscale, or continuous tone images and 1200 dpi for bitmap or line art strictly composed of black and white. At this resolution (360 or 1200 dpi depending on format) all figures must be sized to fit within the printed page dimensions of 19.4 × 12.5 cm.

3. Use of fine lines and/or small print: All lines must be at least 0.5 point. Avoid the use of very small print, fine lines (hairlines) or very light stippling — these fade or disappear during final printing, or in the case of text, become unreadable.

Proofs

Following online submission of the final manuscript, the manuscript will be copy-edited and typeset for publication and a PDF galley proof returned to the author via email for final proof reading. Please check your proofs carefully. The author will be responsible for any errors that appear in the final printed version.

“FastTrack” Publication

The Bulletin of Marine Science will publish all articles and notes in its online FastTrack section following the return of the galley proof to BMS. In most cases, the paper will be “live” within 72 hours after the galley proof is received. This enables your research to be available to the scientific community as soon as possible, and reduces the risk of delay that may be caused by the print process. FastTrack articles will contain citations and DOIs. Authors will be notified by email that their paper is available in FastTrack.

Formatting questions?

Contact the Managing Editor, Rafael J Araújo, at <raraujo@rsmas.miami.edu>.

Author publication fees

The following base publication fees apply to all published manuscripts: US\$76 per page (2 manuscript pages is roughly equal to 1 printed page) and US\$600 per color page (first page only). Additional color pages will be charged at a discounted rate, depending on the number of color pages submitted. Portraits of Marine Science are a flat fee of US\$650. Payment must be received or arranged prior to the publication of your article. Your publication fees

include a free PDF of your article, and the right to host your publication on a personal or institutional repository.

Open Access

The Bulletin of Marine Science is a hybrid open access journal, offering two open access options: Green Open Access and Gold Open Access. Gold Open Access articles are immediately available online for everyone to freely download and share. Green Open Access articles are freely available after a five year embargo period (before which they are available to journal subscribers). At the galley proof stage, authors of accepted articles will be given the choice between selecting Green Open Access or Gold Open Access.

Bulletin of Marine Science
4600 Rickenbacker Causeway
Miami, FL 33149-1031 USA