Tropical Oceanography

Revista on line

Recife	vol. 44	n.2	132-141	2016
C.D.U. 551.46:57(26) CDD. 551.4605 ISSN: 1679-3013				

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE MACROALGAS E DO ZOANTÍDEO *Palythoa caribaeorum* (DUCHASSAING e MICHELOTTI, 1860) NO NORDESTE DO BRASIL

Nayara Ferreira CARVALHO¹
Mauro MAIDA²

ABSTRACT

The distribution patterns of marine species has been studied to elucidate different ecological processes. So, the aim of this study was to describe the spatial variation (between reefs) of Macroalgae and *Palythoa caribaeorum* in Tamandaré reef complex (located in the state of Pernambuco, Brazil), in an attempt to answer the following questions: A) The spatial distribution pattern of macroalgae and zoanthid are similar?; B) If there are differences, what are the possible responsible factors? and C) There is a correlation between these studied organisms?. Nine reef areas were sampled through the techniques of "Line

Transect" and "Quadrat". Results showed different patterns in macroalgae and *P. caribaeorum* distribution along Tamandaré reef complex, demonstrating that different factors and ecological interactions may be acting at each site. The highest *P. caribaeorum* coverage registered contrasting with one of the lowest values of macroalgae percentages in Váu das Campas, and the negative correlation between macroalgae and *P. caribaeorum* found in this study suggests that there is a competitive interaction between the studied organisms. However, experiments will be required to infer interaction between species.

Key Words: Spatial variation, Interspecific competition, Coral reef.

RESUMO

O padrão de distribuição de espécies marinhas tem sido estudado na tentativa de elucidar diferentes processos ecológicos. Assim, o objetivo do presente estudo foi descrever a distribuição espacial (entre recifes) de Macroalgas e *Palythoa caribaeorum* no complexo recifal de Tamandaré (localizado no estado de Pernambuco, Brasil), na tentativa de responder as seguintes perguntas: A) O padrão de distribuição espacial de macroalgas e do zoantídeo são semelhantes? B) Caso existam diferenças, quais os possíveis fatores

responsáveis? e C) Existe uma correlação entre estes organismos estudados? Nove áreas recifais foram amostradas através das técnicas de "Line Transect" e "Quadrat". Os resultados indicaram diferentes padrões na distribuição de macroalgas e *P. caribaeorum* ao longo do complexo recifal de Tamandaré, demonstrando que diferentes fatores e interações ecológicas podem estar agindo em cada local. A maior cobertura de *P. caribaeorum* registrada contrastando com um dos menores percentuais de macroalgas em

1 - Universidade Federal de Pernambuco
*nayara.f.carvalho@hotmail.com

Váu das Campas, e a correlação negativa entre macroalgas e *P. caribaeorum* encontrada no presente estudo, sugere que há uma provável interação

competitiva entre os organismos estudados. No entanto, serão necessários experimentos para inferir sobre interação entre espécies.

Palavras chave: Variação espacial, Competição interespecífica, Recife de Coral.

INTRODUÇÃO

Os recifes de corais do Nordeste do Brasil constituem um rico reservatório natural da biodiversidade marinha, e estão distribuídos ao longo de 3000 km de costa (MAIDA e FERREIRA, 1997).

Entre o Litoral Sul de Pernambuco (Tamandaré) e Norte de Alagoas (Paripueira) foi criada, em 1997 a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais, a primeira e maior unidade de conservação federal a proteger parte dos recifes costeiros do nordeste (MAIDA e FERREIRA, 2003), que, apresentam um grande atrativo turístico e uma importante fonte de renda para as comunidades locais (ROCHA et al., 1998). Após dois anos, em 1999, foi criada na APA Costa dos Corais a área fechada de Tamandaré (recife Ilha da Barra), onde se tornou proibida a extração de recursos e visitação turística (MAIDA e FERREIRA, 2003).

Buscando compreender a estrutura da comunidade nos recifes coralíneos, padrões de distribuição de espécies marinhas têm sido estudados utilizando diferentes escalas e abordagens. Macroalgas e Zoantídeos representam grupos dominantes nos recifes brasileiros (BARRADAS et al., 2010) e podem caracterizar alta produtividade em ambientes marinhos (LAGES e MEURER, 2014).

Macroalgas são organismos sésseis, fotossintéticos, e formam a base estrutural de ecossistemas marinhos (MCROY e LLOYD, 1981). Estes organismos respondem diretamente a variações bióticas e abióticas, e são considerados bioindicadores sensíveis a mudanças provenientes do impacto humano (ORFANIDIS et al., 2003).

Os zoantídeos são organismos marinhos coloniais, sésseis e bentônicos e se diferem dos corais por não apresentarem um exoesqueleto de carbonato de cálcio (RYLAND e LANCASTER, 2003). Dentre os zoantídeos, o *Palythoa caribaeorum* é caracterizado por possuir a maior taxa de crescimento e a mais forte toxina não proteica conhecida, a palytoxina (MOORE e SCHEUER, 1971; SUCHANEK e GREEN, 1981). Com estas características, esta espécie pode exercer um efeito deletério em outros organismos sésseis através de diversas estratégias competitivas (SAMMARCO et al., 1985; LANGMEAD e SHEPPARD, 2004), se tornando um concorrente agressivo para o espaço, uma vez que mata ou inibe o crescimento de quase todos os outros invertebrados sésseis, incluindo corais, hidrocorais, esponjas e gorgônias (SUCHANEK e GREEN, 1981; ACOSTA, 2001).

Macroalgas são consideradas fortes competidoras com zoantídeos (TANNER, 1995), e, o substrato disponível para o estabelecimento e o crescimento de espécies marinhas tem sido um recurso limitado, aumentando a competição por espaço (SHEPPARD, 1985). O conhecimento da distribuição de macroalgas e espécies como *P. caribaeorum* é de grande importância ecológica e fornecem subsídios para futuros estudos sobre suas interações na competição por substratos rígidos em áreas recifais. Assim, o objetivo do presente estudo foi descrever a distribuição espacial (entre recifes) de *P. caribaeorum* e de macroalgas no complexo recifal de Tamandaré-PE, na tentativa de responder as seguintes perguntas: A) O padrão de distribuição espacial de macroalgas e zoantídeos são semelhantes?; B) Caso existam diferenças, quais os possíveis fatores responsáveis? e C) Existe uma correlação entre estes organismos estudados?

ÁREA ESTUDADA

O estudo foi realizado no litoral sul do Estado de Pernambuco ao longo do complexo recifal do Município de Tamandaré. Ao longo deste complexo recifal foram amostrados os recifes Camurupim, Mamucabas, Ilha da Barra (área de exclusão antrópica), Pirambú, Váu das Campas, Cordão do Mero, Ilha do Norte, Caieiras e Culumin. Todo estudo foi desenvolvido na

região da APA Costa dos Corais, área de proteção ambiental que se estende por aproximadamente 130 km de costa entre Tamandaré (PE) e Paripueira (AL)(Fig.1).

Figura 1 – Mapa indicando a localização das áreas de estudo no Município de Tamandaré, localizado no litoral Sul do Estado de Pernambuco, Brasil. Legenda: (Cam.=Camurupim, Mam.=Mamucabas, IBa.=Ilha da Barra, Pir.=Pirambú, INo.=Ilha do Norte, CMe.=Cordão do Mero, Váu.=Váu das Campas; Cai=Caieiras, Cul=Culumin).

MATERIAL E MÉTODOS

Procedimento de coleta e análise de dados

As coletas de dados foram realizadas no ano de 2015, durante os períodos das marés de sizíguas e quadratura, e sua periodicidade esteve diretamente relacionada com a visibilidade da água.

Para a coleta dos dados da cobertura bentônica, foi utilizada a metodologia comumente empregada para ambientes recifais, que, consiste na união das técnicas de "Line Transect" e "Quadrat" (HAWKINS e JONES, 1992).

Através de mergulhos livres, e com o auxílio de uma trena de fibra de vidro, três transectos fixos, com 20m cada, foram posicionados paralelos aos recifes com uma distância de 3 metros entre eles. Transsectos fixos foram randomicamente distribuídos no topo recifal de cada área estudada. Quadrats de 0,12m² foram posicionados a cada dois metros ao longo de cada transecto, totalizando 10 quadrats por transecto. Em cada quadrat estudado foram coletados dados de densidade do *Palythoa caribaeorum* através do método in situ (contagem de colônias por censo visual). Utilizando-se o mesmo desenho amostral foi realizado o método fotoquadrat, onde, em cada quadrat foram obtidos registros fotográficos para posterior estimativa da cobertura das macroalgas e do zoantídeo. A cobertura foi obtida pela classificação de 50 pontos aleatórios em cada foto, e posteriormente analisado pelo programa The Coral Point with Excel extensions (CPCe v4.0) (KOHLER e GILL, 2006).

A análise de variância (ANOVA) de uma via, seguidas do teste de Fisher foram utilizadas para comparar a abundância de macroalgas e do zoantídeo entre os recifes estudados. Também foi utilizada regressão linear simples para correlacionar os percentuais de cobertura de Macroalgas e *P. caribaeorum*.

RESULTADOS

A cobertura das macroalgas variou significativamente ($p < 0,0001$) entre os recifes. Pirambú ($83,39 \pm 1,74$ %) e Ilha da Barra ($81,10 \pm 1,80$ %) tiveram significativamente maior cobertura de algas, enquanto os recifes do Cordão do Mero ($38,81 \pm 2,02$ %) e Váu das Campas ($37,58 \pm 1,83$ %) apresentaram a menor cobertura (Figura 3).

Figura 3 – Cobertura de macroalgas registrada em cada área recifal. Cam:Camurupim (n = 119), Mam:Mamucabas (n = 89), IBa:Ilha da Barra (n = 164), Pir:Pirambú (n = 175), Váu:Váu das Campas (n = 159), CMe:Cordão do Mero (n = 131), INo:Ilha do Norte (n = 180), Cai:Caieiras (n = 179), Cul:Culumin (n = 120). As barras de erros verticais representam o intervalo de confiança de 95%. A área recifal fechada está representada pela barra azul. Diferentes letras (a, b, c, d, e) indicam diferenças entre as áreas recifais.

Diferenças significativas foram registradas na densidade e na cobertura de *Palythoa caribaeorum* entre os recifes estudados (Tabela 1). A densidade foi significativamente maior em Váu das Campas ($5,64 \pm 0,45$ col/m²), e a área recifal Ilha do Norte ($4,02 \pm 0,45$ col/m²) teve a segunda maior densidade registrada (Figura 2A). A cobertura de *P. caribaeorum* também foi

significativamente maior no Váu das Campas ($7,22 \pm 0,73$ %), seguido de Ilha do Norte ($5,22 \pm 0,68$ %)(Figura 2B).

Figura 2 – Densidade (A) e Cobertura (B) de *Palythoa caribaeorum* registrada em cada área recifal. Legenda: Cam:Camurupim (n = 119), Mam:Mamucabas (n = 89), IBa:Ilha da Barra (n = 164), Pir:Pirambú (n = 175), Váu:Váu das Campas (n = 159), CMe:Cordão do Mero (n = 131), INo:Ilha do Norte (n = 180), Cai:Caieiras (n = 179), Cul:Culumín (n = 120). As barras de erros verticais representam o intervalo de confiança de 95%. A área recifal fechada está representada pela barra azul. Diferentes letras (a, b, c) indicam diferenças entre as áreas recifais.

Tabela 1 – Resultados das ANOVA comparando densidade e cobertura de *Palythoa caribaeorum* entre áreas recifais.

ANOVA one-way				
	SS	MS	F	p
Densidade (colônias.m⁻²)	5794.22	724.27	19.12	p<0,01
Cobertura (%)	8722.5	1090.31	12.75	p<0,01

Existe correlação significativa e negativa entre as coberturas de Macroalgas e *Palythoa caribaeorum* ($F = 40,667$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,287$; $a = -0,529$, $b = 49,369$)(Figura 4).

Figura 4 – Correlação linear entre a cobertura de Macroalgas e a cobertura de *Palythoa caribaeorum*.

DISCUSSÃO

No presente estudo, foram encontrados diferentes padrões na distribuição de Macroalgas e *Palythoa caribaeorum* ao longo do complexo recifal de Tamandaré-PE, demonstrando que diferentes fatores e interações ecológicas podem estar agindo em cada local.

A elevada cobertura de macroalgas nas áreas recifais estudadas, já era esperado devido ao seu predomínio nos recifes ao longo da costa brasileira (FERREIRA e MAIDA, 2006; BARRADAS et al., 2010; BRUCE et al., 2012). Mas, a maior cobertura de macroalgas registrada na área fechada e na área recifal adjacente mais próxima (Pirambú) pode ter ocorrido devido aos efeitos diretos e indiretos da exclusão antrópica e sua influência em áreas vizinhas. Alterações no padrão de distribuição e abundância de macroalgas podem estar associadas a pressões antrópicas e/ou diminuição de herbívoros (CRUZ et al., 2014; BENNET et al., 2015). Além disto, macroalgas marinhas podem ser influenciadas por diferentes fatores que podem variar no meio em que vivem, o que credencia estes organismos como diferentes sensores biológicos das condições ambientais (TAOUIL e YONESHIGUE-VALENTIN, 2002). Algas coriáceas, por exemplo, têm um tempo de vida longo e crescimento lento, caracterizando ambientes com alta produtividade e baixo grau de distúrbios (STENECK e DETHIER, 1994). Algumas espécies de macroalgas também são conhecidas como indicadoras de moderadas mudanças nas condições de nutrientes, onde elevados níveis de nutrientes como nitrato, fosfato e matéria orgânica dissolvida inibem o seu crescimento (SCHAFFELKE e KLUMPP, 1998). Contudo, diferentes respostas das macroalgas frente a impactos antrópicos podem ocorrer. No trabalho de MENDONÇA (2004), recifes com intenso fluxo de pessoas tiveram predomínio de macroalgas em detrimento de corais e outros organismos bentônicos. Recifes coralíneos com grande atividade de pesca e com nutrientes em excesso faz com que estes ambientes mudem para um estado alternativo estável, que é caracterizado pela predominância de macroalgas carnudas oportunistas (MCCOOK, 1999).

A distribuição dos zoantídeos é afetada por diversos fatores físicos e biológicos, entre eles, a exposição à dessecação, o tipo de substrato e a competição com macroalgas possuem efeitos mensuráveis (RABELO et al., 2015). Mudanças no padrão de distribuição de zoantídeos ao longo do tempo podem ser utilizados como indicadores de impacto antrópico, incentivando a implementação de programas de conservação de ambientes recifais (RABELO et al., 2015). A maior abundância e cobertura de *Palythoa caribaeorum* registrado nos recifes Váu das campas e Ilha do Norte (áreas recifais próximas à linha de costa e com atividades antrópicas permitidas) pode refletir o fato de que esta espécie apresenta uma alta capacidade regenerativa em resposta às alterações ambientais causadas por interferências humanas (KARLSON, 1983; RABELO et al., 2013). Além disto, os zoantídeos podem sobreviver a exposições de frequentes tempestades, constante turbidez das águas e elevados graus de sedimentação (ACOSTA et al., 2005).

Áreas recifais também abertas à pesca e ao turismo, como Camurupim, Mamucabas, Pirambú e Caieiras, e, a área fechada (Ilha da Barra) apresentaram baixa abundância e cobertura de *P. caribaeorum*, fato que pode ser explicado pela ausência de substrato livre para assentamento e crescimento do zoantídeo, devido à elevada cobertura de macroalgas (Figura 3). No estudo de RABELO et al. (2015) grandes colônias de *P. caribaeorum* apareceram em locais onde não haviam macroalgas.

A competição entre organismos sésseis é um importante processo em recifes coralíneos e vem se tornando tão importante quanto estudar variações nas comunidades causadas por distúrbios antropogênicos (CHADWICK e MORROW, 2011). Monitoramentos de campo e experimentos de longa duração demonstraram que a competição por espaço limitado pode exercer impactos significativos na biodiversidade e na composição da comunidade recifal (CHADWICK e MORROW, 2011). De acordo com GLYNN (1976) os processos competitivos limitam algumas espécies por exclusão, ou espécies poderão ser limitadas a áreas protegidas, onde a concorrência é reduzida. Entretanto, a competição não é somente por espaço, ela também ocorre devido à abrasão constante do contato de algas com cnidários, que pode

resultar em uma frequente retração do pólipos e a uma redução da capacidade de alimentação (COYER et al., 1993).

Palythoa caribaeorum e macroalgas são potenciais competidores (RABELO et al., 2015), além disso, a abundância na cobertura de um parece indicar que as características ambientais são desfavoráveis para o outro (LAGES e MEURER, 2014). A correlação negativa observada neste estudo entre a espécie *Palythoa caribaeorum* e macroalgas (Figura 4) parece ocorrer devido à competição por espaço nos recifes de corais, podendo causar diversos efeitos sobre os dois grupos. Por exemplo, áreas com elevada cobertura algal podem bloquear a luz, promovendo o sombreamento sobre os zoantídeos, afetando a taxa de fotossíntese de suas zooxantelas e impedindo o seu crescimento e reprodução (JOMPA e MCCOOK, 2002). Macroalgas também podem crescer sobre zoantídeos causando a mortalidade ou inibindo seu crescimento (BIRREL et al, 2005). BASTIDAS e BONE, (1996) verificaram mortalidade das colônias de *P. caribaeorum* devido à presença das algas *Caulerpa racemosa* e *Halimeda opuntia*.

Além disto, a predação por peixes pode também representar um importante processo sobre a abundância de *P. caribaeorum*. A exclusão antrópica em áreas recifais fechadas aumentam a biomassa e a abundância de organismos explorados na sobrepesca, aumentando a biodiversidade e intensificando interações predatórias (CLEMENTE et al., 2011) podendo causar efeitos diretos sobre as populações de *P. caribaeorum*. Um estudo recente no Banco de Abrolhos registrou a predação de *P. caribaeorum* por quatro espécies de peixes recifais que se mostraram adaptados à ingestão deste organismo quimicamente tóxico (FRANCINI-FILHO e MOURA, 2010), inclusive de espécies já observadas no presente estudo durante o período de coleta, como *Abudefduf saxatilis* e *Pomacanthus paru*.

CONCLUSÃO

O grupo das macroalgas apresentou um padrão de distribuição diferente do encontrado em *Palythoa caribaeorum*. As macroalgas apresentaram uma elevada representatividade ao longo de todo complexo recifal de Tamandaré enquanto *P. caribaeorum* foi registrada principalmente nos recifes de Váu das Campas e Ilha do Norte.

Apesar dos resultados não abordar todos os possíveis aspectos na influência da distribuição destes organismos, grande parte das diferenças observadas no padrão de distribuição espacial de macroalgas e *P. caribaeorum* ao longo de todo o Complexo Recifal de Tamandaré-PE parecem estar associadas aos efeitos diretos e indiretos dos impactos antrópicos e às prováveis interações ecológicas com outras espécies.

A maior cobertura de *P. caribaeorum* registrada contrastando com um dos menores percentuais de macroalgas em Váu das Campas, e a correlação negativa entre macroalgas e *P. caribaeorum* encontrada no presente estudo, sugere que há uma provável interação competitiva entre os organismos estudados. No entanto, serão necessários experimentos para inferir sobre interação entre espécies.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio logístico do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco e do Centro de Estudos do ICMBio/IBAMA/ CEPENE, através do Projeto Recifes Costeiros que atualmente é financiado por uma parceria entre a Fundação SOS Mata Atlântica e Fundação Toyota do Brasil. Os agradecimentos se estendem também à CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A. Disease in Zoanthids: Dynamics in space and time. **Hydrobiologia**, v. 460, p. 113-130, 2001.
- ACOSTA, A.; SAMMARCO, P. W.; DUARTE, L. F. A. New fission processes in the zoanthid *Palythoa caribaeorum*: description and quantitative aspects. **Bulletin Marine Science**, v. 76, p. 1-26, 2005.
- BARRADAS, J. I.; AMARAL, F. D.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; MONTES, M. D. J. F.; & STEINER, A. Q. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified hydroids. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 61-67, 2010.
- BASTIDAS, C.; BONE, D. Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* (Cnidaria:Anthozoa) at a reef flat environmental in Venezuela. **Bulletin of Marine Science**, v. 3, n. 59, p. 543-555, 1996.
- BENNETT, S.; WERNBERG, T.; HARVEY, E. S.; SANTANA-GARCON, J.; SAUNDERS, B. J. Tropical herbivores provide resilience to a climate-mediated phase shift on temperate reefs. **Ecology Letters**, v. 18, n. 7, p. 714-723, 2015.
- BIRRELL, C. L.; MCCOOK, L. J.; WILLIS, B. L. Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. **Marine Pollution Bulletin**, v. 51, n. 1, p. 408-414, 2005.
- BRUCE T.; MEIRELES P. M.; GARCIA G.; PARANHOS R.; REZENDE C.; MOURA R. L.; FRANCINI-FILHO R. B.; CONI E. O. C.; VASCONCELOS A. T.; AMADO-FILHO G.; HATAY M.; SCHMIEDER R.; EDWARDS R.; DINSDALE E.; THOMPSON F.L. Abrolhos Bank reef health evaluated by means of water quality, microbial diversity, benthic cover, and fish biomass data. **PLoS ONE** 7, v. 7, n. 6, e36687, 2012.
- CHADWICK, N. E.; MORROW, K. M. **Competition among sessile organisms on coral reefs**. In Coral Reefs: an ecosystem in transition, Springer Netherlands, 2011. 347-371p.
- CLEMENTE, S.; HERNÁNDEZ, J. C.; BRITO, A. Context-dependent effects of marine protected areas on predatory interactions. **Marine Ecology Progress Series**, v. 437, p. 119-133, 2011.
- COYER, J. A.; AMBROSE, R. F.; ENGLE, J. M.; CARROLL, J. C. Interactions between coral and algae on temperate zone rocky reef: Mediation by sea urchins. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 154, p. 215-230, 1993.
- CRUZ, I.; KIKUCHI, R. K.; LONGO, L. L.; CREED, J. C. Evidence of a phase shift to *Epizoanthus gabrieli* Carlgreen, 1951 (Order Zoanthidea) and loss of coral cover on reefs in the Southwest Atlantic. **Marine Ecology**, v. 36, n. 3, p. 318-325, 2015.
- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. p. 250.
- FRANCINI-FILHO, R. B.; MOURA, R. L. D. Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 1, p. 77-79, 2010.
- GLYNN, P. W. Some physical and biological determinants of coral community structure in the Eastern Pacific. **Ecological Monographs**, v. 46, p.431-56, 1976.

HAWKINS, S. J.; JONES, H. D. **Marine field course**, Guide 1, Rock Shores. Immel Publishing, London, p. 144-1992.

JOMPA, J.; MCCOOK, L. J. Effects of competition and herbivory on interactions between a hard coral and a brown alga. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 271, p. 25-39, 2002.

KARLSON, R. H. Disturbance and monopolization of a spatial resource by *Zoanthus sociatus* (Coelenterata, Anthozoa). **Bulletin of Marine Science**, v. 33, p. 118-131, 1983.

KOHLER, K. E.; GILL, S. M. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. **Computers & Geosciences**, v. 32, n. 9, p. 1259-1269, 2006.

LAGES, N. S.; MEURER, B. C. Variações na cobertura de SargassumC. Agardh, 1820: 1e *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860) relacionadas a fatores ecológicos em quatro áreas na porção oeste da Baía da Ilha Grande, RJ. **Revista BioUSU**, v. 1, n. 1, 2014.

LANGMEAD, O.; SHEPPARD, C. Coral reef community dynamics and disturbance: a simulation model. **Ecological Modelling**, v. 175, n. 3, p. 271-290, 2004.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Coral reefs of Brazil: an overview**. In: Proceedings of the 8th international coral reef symposium, 1997. p. 74.

MAIDA, M. FERREIRA, B. P. **Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais**. In: Atlas dos Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras. MMA, Brasília, 2003.

MCCOOK, L. J. Macroalgae, nutrients and phase shifts on coral reefs: scientific issues and management consequences for Great Barrier Reef. **Coral Reefs**, v. 18, p. 357-367, 1999.

MCROY, C. P.; LLOYD, D. S. Comparative function and stability of macrophyte-based ecosystems. In: Longhurst, A.R. (Ed.), **Analysis of Marine Ecosystems**. Academic Press, New York, 1981. p. 473-489.

MENDONÇA, L. C. **A invenção de Porto de Galinhas: História, empreendedorismo e turismo**. Persona, Recife-PE, Brasil, 2004. 228p.

MOORE, R. E.; SCHEUER, P. J. Palytoxin: A new marine toxin from a coelenterate. **Science**, v. 172, p. 495-496, 1971.

ORFANIDIS, S.; PANAYOTIDIS, P.; STAMATIS, N. An insight to the ecological evaluation index (EEI). **Ecological Indicators**, v. 3, n. 1, p. 27-33, 2003.

RABELO, E. F.; SOARES, M. O.; MATTHEWS-CASCON, H. Competitive interactions among zoanthids (Cnidaria: Zoanthidae) in an intertidal zone of Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 61, p. 35-42, 2013.

RABELO, E. F.; SOARES, M. D. O.; BEZERRA, L. E. A.; MATTHEWS-CASCON, H. Distribution pattern of zoanthids (Cnidaria: Zoantharia) on a tropical reef. **Marine Biology Research**, v. 11, n. 6, p. 584-592, 2015.

ROCHA, L. A.; ROSA, I. L.; ROSA, R. S. Peixes recifais da costa da Paraíba. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 553-566, 1998.

RYLAND, J. S.; LANCASTER, J. E. Revision of methods for separating species of *Protopalythoa* (Hexacorallia: Zoanthidea) in the tropical West Pacific. **Invertebrate Systematics**, v. 17, n. 3, p. 407-428, 2003.

SAMMARCO, P. W.; COLL J. C.; BARRE, S. L. Competitive strategies of soft corals (Coelenterate: Octocorallia). II. Variable defensive responses and susceptibility to Scleractinian corals. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 91, p. 199-215, 1985.

SCHAFFELKE, B.; KLUMPP, D. W. Nutrient-limited growth of the coral reef macroalgae *Sargassum baccularia* and experimental growth enhancement by nutrient addition in continuous flow culture Britta. **Marine Ecology Progress Series**, v. 164, p.199-211, 1998.

SHEPPARD, C. Unoccupied substrate in the central Great Barrier Reef: role of coral interactions. **Marine Ecology Progress Series**, v. 25, p. 259-268, 1985.

STENECK, R. S.; DETHIER, M. N. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. **Oikos**, v.69, p. 476-498, 1994.

SUCHANEK, T. H.; GREEN, D. J. **Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix reefs, U.S. Virgin Islands**. In: Proc 4th Int Coral Reef Symp. 1981. p. 679-684.

TANNER, J. E. Competition between scleractinian coral and macroalgae: An experimental investigation of coral growth, survival and reproduction. **Journal of Experimental Marine Biology Ecology**, v. 190, p. 151:168, 1995.

TAOUIL, A.; YONESHIGHE-VALENTIN, Y. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa viagem (Niterói, RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, p. 405-412, 2002.