UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL
NÍVEL: DOUTORADO

JANINE FARIAS DA SILVA

ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DOS ZOANTÍDEOS *Palythoa caribaeorum* E *Zoanthus sociatus* (CNIDARIA, ANTHOZOA) NOS RECIFES COSTEIROS DO LITORAL DE PERNAMBUCO, BRASIL

RECIFE
2014

JANINE FARIAS DA SILVA

ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DOS ZOANTÍDEOS *Palythoa caribaeorum* E *Zoanthus sociatus* (CNIDARIA, ANTHOZOA) NOS RECIFES COSTEIROS DO LITORAL DE PERNAMBUCO, BRASIL

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Biologia Animal.

Orientador: Dr. Carlos Daniel Perez.

Coorientadora: Dr[a]. Paula Braga Gomes.

RECIFE
2014

Catalogação na fonte
Elaine Barroso
CRB 1728

Silva, Janine Farias da
Estratégias adaptativas dos zoantídeos *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* (Cnidaria, Anthozoa) nos recifes costeiros do litoral de Pernambuco, Brasil/ Janine Farias da Silva– Recife: O Autor, 2015.

105 folhas : il., fig., tab.
Orientador: Carlos Daniel Perez
Coorientadora: Paula Braga Gomes
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Biologia Animal, 2015.
Inclui bibliografia

1. Cnidaria 2. Recifes e ilhas de coral 3. Pernambuco I. Perez, Carlos Daniel (orientador) II. Gomes, Paula Braga (coorientadora) III. Título

593.5 CDD (22.ed.) UFPE/CCB-2015- 212

JANINE FARIAS DA SILVA

ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS DOS ZOANTÍDEOS *Palythoa caribaeorum* E *Zoanthus sociatus* (CNIDARIA, ANTHOZOA) NOS RECIFES COSTEIROS DO LITORAL DE PERNAMBUCO, BRASIL.

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do Título de Doutor em Biologia Animal, pela Universidade Federal de Pernambuco em 25 de setembro de 2014.

Apresentada à Comissão Examinadora, integrada pelos professores:

Orientador:

_____

Prof. Dr. Carlos Daniel Perez – UFPE (CAV)

Coorientadora:

_____

Prof (a) Dra. Paula Braga Gomes – UFRPE

Titulares:

_____

Prof (a) Dra. Fernanda Maria Duarte do Amaral – UFRPE (examinador externo)

_____

Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza – UFPE (examinador interno)

_____

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho – UFPE (examinador externo)

_____

Prof (a) Dra. Erika Maria Silva Freitas – UFPE (examinador externo)

_____

Prof. Dr. André Maurício Melo Santos – UFPE (examinador externo)

Suplentes:

_____

Prof. Dr. Ralf Schwamborn – UFPE (examinador interno)

_____

Prof (a) Dra. Adriane Pereira Wandeness – UFPB (examinador externo)

RECIFE
2014

A minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus todo poderoso que me deu a vida, saúde para trabalhar e poder concluir a tese, por ter me abençoado com uma família tão especial e me rodeado por amigos maravilhosos que me deram força para seguir em frente e alcançar os objetivos.

A minha família, meu PORTO SEGURO, meu AMOR PURO!

Ao meu orientador prof. Dr. Carlos Daniel Pérez por ter concedido a vaga para que eu tentasse o acesso ao doutorado, apoio as coletas e toda estrutura necessária a conclusão do projeto.

A minha amiga e coorientadora prof. Dra. Paula Braga Gomes por todo apoio e amizade desde o meu terceiro período da graduação até hoje. O tempo passou e lá se foram 10 anos que nos conhecemos e em toda a minha formação acadêmica você esteve presente. Quanta paciência sua hein Ori? ☺. Muito obrigada por tudo!

Ao coordenador da Pós Graduação em Biologia Animal André Morgado por sempre atender as minhas solicitações com muita atenção.

A Aurenice, secretária da Zoologia, pela amizade, conversas e incentivo.

Aos professores Dr. Cristiano Chagas e Dra. Erika Freitas da UFPE – CAV pela ajuda na metodologia para a histologia de *Palythoa caribaeorum* e ao técnico de laboratório Rafael Albuquerque também da UFPE – CAV por ser tão prestativo em realizar todos os cortes histológicos ao micrótomo.

A todos do GPA – Grupo de Pesquisa em Antozoários (UFPE – CAV E UFRPE). Durante esses 10 anos, conheci muitos integrantes e levo amigos além do grupo pra sempre comigo. Não citarei nomes para não ser injusta pois todos contribuíram na minha formação pessoal e profissional, seja em conversas descontraídas, na discussão de dados, nas idas a coletas.

À professora Mônica Botter-Carvalho e as "Moniquetes" Lari, Carol e Liginha da UFRPE pela amizade e boas conversas.

A todos que me ajudaram durante os 2 anos e meio de idas e vindas a Porto de Galinhas e Suape. Foi um trabalho árduo, muitas fotos e transectos, mas se tornou mais fácil graças a vocês: Paula, Carlos, Klecianne, Erika Flávia, Érica Patrícia, Ralf, Vithor, David, Thalita, Laís, Marcia, Tatiany, Bigode, Alessandra, Felipe, Rafael (Fortaleza), Skarllaty, Roger, Heloísa, Évio, Piu, Léo, João Manoel, Amandinha, Johnny, Painho, Greice, Liliana, Carol, Taciana, Pri, Aylla, Renatinha, Antônio, Suellen, Andrés, Diego,

Liany, Belinha, Ana Paula, Boskinho, Rafinha, Débora, Francisco, Raize, Rafa (Maranhão).

A minha amiga Erika Flávia, um exemplo de aluna e pesquisadora, pela força na estatística e com os gráficos.

Aos jangadeiros de Porto de Galinhas, com destaque gigante para Seu Bau. Uma pessoa com coração de ouro, a todo o momento disposto a ajudar.

Ao barqueiro Adimar que além de nos conduzir aos recifes da praia de Suape ainda ajudava na coleta dos dados.

À professora Dra. Liana Fernandes, ao professor Dr. Airton e ao biólogo Francisco Assunção por terem me apresentado outras linhas de pesquisa em Biologia e por sempre torcerem pelo meu sucesso.

Aos professores que aceitaram o convite para participar como titulares e suplentes na minha defesa.

À FACEPE pela concessão da bolsa durante os 4 anos do doutorado.

"Tenho duas armas para lutar contra o desespero, a tristeza e até a morte: o riso a cavalo e o galope do sonho. É com isso que enfrento essa dura e fascinante tarefa de viver."

Ariano Vilar Suassuna (1927-2014)

RESUMO

Globalmente, estima-se que quase meio bilhão de pessoas vivem a menos de 100 quilômetros de ecossistemas recifais, beneficiando-se da produção e proteção que esses locais proporcionam. O impacto de mergulhadores e visitantes nesses ambientes inclui o contato com as nadadeiras provocando quebras dos corais e a ressuspensão do sedimento e o pisoteio e permanência sobre os recifes. Entre as espécies que melhor caracterizam os recifes de arenito brasileiros estão os zoantídeos *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*, abundantes até mesmo em áreas com fluxo intenso de turistas, característica percebida em uma das praias mais visitadas do Brasil, a praia de Porto de Galinhas. O presente estudo avaliou a dinâmica ocupacional de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* e as estratégias adaptativas das espécies em recifes pernambucanos a partir da cobertura desses zoantídeos e variação dela no tempo e espaço tomando como base a taxa de crescimento e a capacidade adaptativa através da variação microanatômica em *P. caribaeorum*; e morfométrica em *P. caribaeorum* e *Z. sociatus*. Para resultados comparativos sobre a taxa de crescimento de *P. caribaeorum* foram utilizados colônias da praia de Suape. A cobertura de *Zoanthus sociatus* foi maior nos recifes pisoteado e não pisoteado de Porto de Galinhas e a altura, diâmetro e volume dos pólipos de *Z. sociatus* e *P. caribaeorum* sofreram alterações considerando localidade (recife pisoteado e não pisoteado e períodos seco e chuvoso). A espessura da mesogléia de *P. caribaeorum* foi a medida microanatômica que mais se notou variação entre os recifes, incluindo o infralitoral. Em relação ao crescimento das colônias de *P. caribaeorum*, não houve diferença entre as praias nem entre os recifes de Porto de Galinhas e no infralitoral, porém no período seco ocorreu uma diminuição na taxa de crescimento no recife pisoteado. O presente estudo confirma a ideia da alta plasticidade fenotípica de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* em resposta a distúrbios ambientais até mesmo em nível microanatômico em *P. caribaeorum* o qual garante o sucesso ocupacional das espécies. Também reforça o papel fundamental de *P. caribaeorum* na dinâmica de funcionamento dos recifes costeiros graças a seu crescimento rápido e contínuo, além de estratégias competitivas.

Palavras-chave: *Beachrocks*, Impacto antrópico, *Palythoa caribaeorum*, *Zoanthus sociatus*.

ABSTRACT

Globally, it is estimated that almost half a billion people live within 100 kilometers of a coral reef ecosystem, benefiting production and protection that this location provides. The impact of divers and visitors in these environments includes contact with fins causing breakage of corals and sediment resuspension and the trampling and remain on the reef. Among the best species that characterize Brazilian beachrocks are *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* zoanthids, abundants in areas with heavy flow of tourists, realized in one of the most visited beaches of Brazil, Porto de Galinhas Beach. The present study examined the occupational dynamics of *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* and adaptive strategies of species in Pernambuco reefs from covering these zoanthids and the variation of these in time and space based on both growth rate and adaptive capacity through microanatomic variation in *P. caribaeorum*; and morphometric in *P. caribaeorum* and *Z. sociatus*. For comparative results on the growth rate of *P. caribaeorum* colonies from Suape Beach were used. Coverage was higher in *Zoanthus sociatus* trampled and not trampled Porto de Galinhas reefs and the height, diameter and volume of polyps of *Z. sociatus* and *P. caribaeorum* unchanged considering location (trampled and not trampled reefs and dry and wet periods) . The thickness of the mesoglea of *P. caribaeorum* was the microanatomic variation more noted among the reefs, including infralittoral. Regarding the growth of *P. caribaeorum* colonies, there was no difference between the beaches or among the reefs of Porto de Galinhas and in the infralittoral, but in the dry season a decrease in growth rate occurred on trampled reef. The present study confirms the idea of high phenotypic plasticity of *P. caribaeorum* and *Z. sociatus* in response to environmental disturbances even in microanatomical level in *P. caribaeorum* which ensures occupational success of the species. It also reinforces the role of *P. caribaeorum* on dynamics of functioning of coastal reefs due its rapid and continuous growth beyond competitive strategies.

Keywords: Beachrocks, anthropogenic impact, *Palythoa caribaeorum*, *Zoanthus sociatus*.

LISTA DE FIGURAS

Fundamentação teórica

Fig 1: Imagens de *Zoanthus sociatus* (A) e *Palythoa caribaeorum* (B) de Porto de Galinhas (PE). Fotos: Janine Farias..... 20

Capítulo 1

Fig 1: Localização das Praias de Suape e de Porto de Galinhas na costa de Pernambuco, Brasil (modificado de Pérez *et al*. 2005)..... 58

Fig 2: Quadrado de 100 cm² retirado da colônia de *Palythoa caribaeroum* para acompanhamento do crescimento em Porto de Galinhas, Brasil..... 58

Fig 3: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* no mediolitoral entre as praias de Suape e Porto de Galinhas nos períodos seco e chuvoso durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados estão apresentados como média ± DP..... 59

Fig 4: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* entre os períodos seco e chuvoso em Porto de Galinhas no infralitoral e no mediolitoral, durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados estão apresentados como média ± DP..... 60

Fig 5: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* entre os recifes visitado e não visitado em Porto de Galinhas nos períodos seco e chuvoso durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados estão apresentados como média ± DP..... 60

Fig 6: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* entre os meses nos recifes pisoteado e não pisoteado em Porto de Galinhas e em Suape durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados foram transformados em Log +10..... 61

Fig 7: Cobertura de *Palythoa caribaeorum* nos recifes visitado e não visitado de Porto de Galinhas e em Suape, nos períodos seco e chuvo..... 61

Capítulo II: Subcapítulo I

Fig 1: Localização da praia de Porto de Galinhas na costa de Pernambuco, Brasil. (modificado de PÉREZ *et al*. 2005)..... 72

Fig 2: Corte transversal de *Palythoa caribaeorum* demonstrando as estruturas utilizadas para análise. P – Diâmetro da faringe, ME – Comprimento do mesentério, M – Espessura da mesogléia..... 74

Fig 3: Espessura da mesogléia (M) entre os pólipos de *Palythoa caribaeorum* coletados em A – Recife visitado, B – Recife não visitado, C – Infralitoral da praia de Porto de Galinhas, Brasil..... 76

Capítulo II: Subcapítulo II

Fig 1: Localização de Porto de Galinhas, Ipojuca – PE, Brasil (modificado de PÉREZ *et al*. 2005)..... 86

Fig 2: Recifes - pisoteado (A) e não pisoteado (B) de Porto de Galinhas – Ipojuca, Pernambuco..... 87

Fig 3: Comparação das medidas dos pólipos (a) altura, (b) diâmetro de *Palythoa caribaeorum* coletados nos recifes pisoteado e não pisoteado, nos períodos seco e chuvoso; (c) – volume entre os pólipos dos recifes pisoteado e não pisoteado. Dados apresentados como média ± DP..... 92

Fig 4: Comparação das medidas dos pólipos de *Zoanthus sociatus* em Porto de Galinhas, Brasil. (a) altura - nos recifes pisoteado e não pisoteado; (b) diâmetro - no período seco e chuvoso; (c) volume de *Palythoa caribaeorum* coletados nos recifes pisoteado e não pisoteado; (d) – volume entre os períodos seco e chuvoso. Dados apresentados como média ± DP..... 95

Fig 5: Porcentagem de cobertura de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* nos recifes pisoteado e não pisoteado de Porto de Galinhas, Brasil..... 96

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1: Número de amostragens (N), médias e desvios padrão (X ± DP) das taxas de crescimento (cm.dia^{-1}) de *Palythoa caribaeorum* nos recifes de Porto de Galinhas e em Suape nos períodos seco e chuvoso..... 62

Tabela 2: Modelo GLM resultante de cada uma das 3 variáveis dependentes (Praia, local e período) sobre a taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum*. Resultados significativos em negrito..... 63

Capítulo II: Subcapítulo I

Tabela 1: Medidas das estruturas anatômicas internas dos pólipos de *Palythoa caribaeorum* de Porto de Galinhas, Brasil. Média ± desvio padrão em micrômetros (µm)..... 75

Capítulo II: Subcapítulo II

Tabela 1: Altura (mm), diâmetro médio (mm) e volume (mm^3) dos pólipos de *Palythoa caribaeorum* nos recifes pisoteado e não pisoteado em Porto de Galinhas, Pernambuco. $\bar{X}$: média: DP: Desvio padrão; N: Número de medições..... 90

Tabela 2: Decomposição do fatores dependentes altura, diâmetro e volume de acordo com a análise GLM (two-way 2x2 ANOVA) em *Palythoa caribaeorum*. Recife: pisoteado e não pisoteado; Período: seco e chuvoso; Recife*Período: interação entre estes fatores..... 91

Tabela 3: Altura (mm), diâmetro médio (mm) e volume (mm^3) dos pólipos de *Zoanthus sociatus* nos recifes pisoteado e não pisoteado em Porto de Galinhas, Pernambuco. $\bar{X}$: média: DP: Desvio padrão; N: Número de medições..... 93

Tabela 4: Decomposição dos fatores dependentes (Altura, Diâmetro, Volume) de acordo com as análises GLM (two-way 2x2 ANOVA) em *Zoanthus sociatus*. Recife: pisoteado e não pisoteado; Período: seco e chuvoso; Recife*Período: interação entre estes fatores..... 94

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO..... 13

2 OBJETIVOS..... 14

Geral..... 14

Específicos..... 14

3 HIPÓTESES..... 15

4 INTRODUÇÃO..... 16

4.1 Ambiente recifal..... 16

4.2 Atividade humana sobre os recifes de coral..... 17

4.3 *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*..... 19

4.4 Variação Morfológica..... 21

4.5 Crescimento de zoantídeos..... 23

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 25

CAPÍTULO I: Crescimento do zoantídeo tropical *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) em recifes de coral na costa nordeste do Brasil..... 33

CAPÍTULO II – Subcapítulo I: Microanatomia dos pólipos do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) em populações com diferentes condições ambientais e impacto antrópico..... 68

CAPÍTULO II – Subcapítulo II: A influência do pisoteio de turistas na morfologia de zoantídeos em Porto de Galinhas; Brasil..... 84

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 105

1 APRESENTAÇÃO

No Nordeste brasileiro os recifes são de arenito ou *beachrocks* (MAGLIOCCA, 1987). Diferente do predomínio de corais escleractíneos em recifes no Indo-Pacífico (FAUTIN, 1988), a fauna bentônica dos recifes costeiros brasileiros é dominada por zoantídeos (OIGMAN-PSZCZOL *et al*. 2004), apresentando alta cobertura até mesmo em condições desfavoráveis (CASTRO *et al*. 2012).

A praia de Porto de Galinhas, no Município de Ipojuca, é considerada uma das mais visitadas do Brasil, graças à proximidade dos recifes da costa e da presença de piscinas naturais transparentes na plataforma recifal. Numa contagem de 10 minutos na baixa estação, chegou-se a contabilizar 205 pessoas sobre os recifes e nos arredores. Mesmo diante desse cenário, é percebida uma cobertura considerável dos zoantídeos *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* sob impactos diretos e indiretos dessa visitação.

Com o propósito de entender a dinâmica ocupacional de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* e as estratégias adaptativas das espécies em recifes pernambucanos, foi avaliada: a cobertura desses zoantídeos e variação dela no tempo e espaço. Também, a taxa de crescimento e a capacidade adaptativa através da variação microanatômica em *P. caribaeorum*; e morfométrica em *P. caribaeorum* e *Z. sociatus.* Para resultados comparativos sobre a taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* foram utilizadas colônias da praia de Suape.

Essa tese está dividido em 2 capítulos: o primeiro compreende um artigo submetido ao Periódico Anais da Academia Brasileira de Ciências, intitulado “Crescimento do zoantídeo tropical *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) em recifes de coral na costa nordeste do Brasil”. O segundo capítulo possui dois subcapítulos sobre o tema variação morfológica – O subcapítulo 1 refere-se a “Microanatomia dos pólipos do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) em populações sob diferentes condições ambientais e impacto antrópico” e o subcapítulo 2 tem por título: A influência do pisoteio de turistas na morfologia de zoantídeos em Porto de Galinhas. Brasil.

2 OBJETIVOS

✓ Geral:

- Analisar a distribuição das espécies de zoantídeos *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* nas comunidades bentônica dos recifes de Porto de Galinhas e Suape e a influência da ação antrópica, dada pelo pisoteio dos turistas, sobre estas espécies.

✓ Específicos:

- Avaliar a distribuição espaço-temporal de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* nos recifes de Porto de Galinhas e Suape;
- Analisar o efeito do pisoteio na morfologia (altura, diâmetro e volume dos pólipos) de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* nos recifes de Porto de Galinhas, Pernambuco;
- Pesquisar a variação microanatômica dos pólipos de *Palythoa caribaeorum* em diferentes condições ambientais (infra e mediolitoral) e impacto antropico (recife visitado por turistas e não visitado);
- Calcular a taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* nos recifes de Porto de Galinhas, Pernambuco, e compará-las entre as situações:
  - médio e infralitoral
  - Setor com e sem visitação de turistas.

3 HIPÓTESES

- *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* possuem uma distribuição espacial homogênea em todo o recife;
- Em períodos chuvosos, a cobertura d*e P. caribaeorum* nos recifes diminui;
- Em períodos chuvosos, a cobertura de *Z. sociatus* nos recifes não é alterada;
- O diâmetro, a altura e o volume dos pólipos de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* são maiores no recife não pisoteado e não há diferença nestes parâmetros entre o período seco e chuvoso;
- A microanatomia dos pólipos de *P. caribaeorum* é alterada pela ação direta e/ou indireta do pisoteio em Porto de Galinhas;
- *Palythoa caribaeorum* apresenta um maior crescimento no infralitoral de Porto de Galinhas;
- O pisoteio dos turistas afeta o crescimento das colônias de *P. caribaeorum* durante o período seco e chuvoso em Porto de Galinhas;
- No primeiro mês de crescimento, após a injúria, a taxa de crescimento de *P. caribaeorum* é maior em todas as situações.

4 INTRODUÇÃO

4.1 Ambiente recifal.

Os ecossistemas recifais são formações tipicamente tropicais, que abrigam um elevado número de diferentes espécies da fauna e da flora marinha e junto às florestas tropicais, podem ser considerados como os mais diversos ecossistemas do mundo (CONNEL, 1978). Embora ocupem menos de 0,2% do ambiente marinho, eles servem de abrigo para um quarto de todas as espécies de peixes conhecidas, propiciando também a outros organismos que vivem direta ou indiretamente dependentes desses ambientes áreas para reprodução, alimentação e refúgio (McALLISTER, 1995).

Segundo Moberg & Folke (1999) existem quatro tipos principais de recifes segundo a morfologia. Os recifes em franja beiram a costa, formam-se na areia e se estendem para o oceano; recifes de barreira são separados da linha costeira por um canal relativamente profundo de no mínimo 10 metros e distante ao menos um quilômetro da costa (LEÃO, 1996); atóis são recifes em forma de ferradura ou circular, em torno de uma lagoa central (muitas vezes distantes da terra em mar aberto); e os recifes em plataforma são frequentemente encontrados em lagoas criadas por atóis e barreiras. Existem muitas diferenças funcionais entre os diferentes tipos de recife e estão ligados em grau variável com os manguezais, bancos de fanerógamas e o oceano (MOBERG & FOLKE, 1999).

Os recifes de coral encontram-se em áreas consideradas pobres em nutrientes, porém conseguem formar um ambiente de grande produtividade a partir da ciclagem de nutrientes, luminosidade, temperatura elevada e movimentos hidrodinâmicos (VILLAÇA, 2002) mantendo assim uma alta biodiversidade (BIRKELAND, 1997; OSBORNE, 2000).

No Brasil, os recifes se distribuem por cerca de 3.000 km ao longo da costa nordestina, desde o sul da Bahia até o Maranhão, sendo os únicos ecossistemas recifais do Atlântico Sul (MAIDA & FERREIRA, 1997). A maioria das espécies de corais formadoras destes recifes são endêmicas de águas brasileiras, ou seja, não são encontradas em nenhuma outra parte do mundo (MAIDA *et al*. 1997). No nordeste brasileiro, os recifes de arenito (beachrocks) são formações típicas, constituídos de arenito, gerados a partir da consolidação de antigas linhas de praia ou a partir de um banco de areia consolidado (MAGLIOCCA, 1987).

4.2 Atividade humana sobre os recifes de coral.

Globalmente, estima-se que quase meio bilhão de pessoas vivem a menos de 100 quilômetros de recifes de coral, beneficiando-se da produção e proteção que esses ecossistemas proporcionam (WILKINSON, 2002). A população tem acesso à pesca de peixes e frutos do mar como fonte importante de proteína (BIRKELAND, 1997); moradores locais e turistas são atraídos pela beleza desses ambientes desfrutando de mergulhos e passeios de barco em direção as piscinas naturais que se formam (HAWKINS & ROBERTS, 1994; DAVENPORT & DAVENPORT, 2006); a economia local é aquecida pela venda de artesanatos utilizando como matéria-prima corais, conchas de moluscos e escamas de peixes (MOBERG & FOLKE, 1999); animais coletados dos recifes movimentam o mercado do aquarismo no mundo todo (WOOD, 1985). No campo da farmacologia, os corais estão sendo utilizados para enxertos ósseos, e produtos químicos encontrados dentro de várias espécies marinhas parecem úteis para o tratamento de vírus, também leucemia, câncer de pele e outros tumores (BIRKELAND, 1997)

Tamanha demanda da utilização desses bens e serviços sem a devida fiscalização vem causando um declínio na quantidade de recifes de corais no mundo (DIEDRICH, 2007; KITTINGER *et al.* 2012). Ao ano, a movimentação da economia em torno desses ambientes rende 30 bilhões de dólares, considerando somente os valores da pesca, turismo e proteção à costa (CESAR *et al*. 2003).

Sem contar com os estresses naturais, estima-se que 25% da diminuição está atribuída a atividade humana nos recifes (BUDDEMEIER *et al*. 2004). Trabalhos iniciados na década de 70 (WIDDOWSON, 1971; BOALCHE *et al*. 1974; THORN & WIDDOWSON, 1978) já indicavam redução da comunidade marinha a medida que a população humana costeira aumentava. O monitoramento dos recifes de coral é especialmente importante devido à correlação encontrada entre eventos de branqueamento, fenômeno que vem danificando os recifes de coral no mundo todo, e mudanças climáticas globais (FERREIRA & MAIDA, 2006).

O crescimento das cidades e vilas costeiras gera uma série de ameaças aos recifes de coral (BRYANT *et al*. 1998). As dragagens de portos e canais de navegação e o despejo de entulhos resultam na destruição pura e simples desses habitats; a acidificação dos oceanos aumenta a cada ano devido à alta emissão de CO_2; o lançamento de esgotos sem tratamento promove a proliferação de algas resultante do excesso de nutrientes, reduzindo

a incidência luminosa e prejudicando o crescimento do coral; além da sobrepesca (BRYANT *et al*. 1998).

O impacto de mergulhadores e visitantes nesses ambientes inclui o contato com as nadadeiras que provoca a quebra dos corais e a ressuspensão do sedimento e o pisoteio e permanência sobre os recifes (CHABANET *et al*. 2005). O pisoteio afeta os organismos marinhos de várias formas: diretamente, através da remoção total ou parcial de um indivíduo por meio de trituração e deslocamento, ou por enfraquecimento da força de fixação, o que aumenta o risco de deslocamento durante as tempestades; e indiretamente, através da remoção de outras espécies que interagem por meio de competição, predação, ou fornecimento de habitat (BROSNAN & CRUMRINE, 1994).

As comunidades da plataforma recifal dependem da matriz de corais mortos e vivos para a sua existência (LIDDLE & KAY, 1987). A sobrevivência de corais danificados depende da extensão e natureza do dano, o ambiente e as espécies envolvidas. Pode também depender da relação entre a área de dano e a área de toda a colônia (CONNEL, 1973). Estima-se que 27% dos recifes de coral do mundo já foram degradados irreversivelmente. No ritmo atual, previsões indicam que uma perda semelhante ocorrerá nos próximos 30 anos (CÉSAR *et al.* 2003).

Os cnidários antozoários são representantes importantes na comunidade recifal e os grupos entre si exercem um papel similar dentro desse ecossistema (FAUTIN, 1989). Os esclaractíneos possuem um centro de riqueza máxima na região Malásica-Australiana e um secundário no Caribe (VILLAÇA, 2002). Os recifes de coral de Abrolhos (localizado na região sul do estado da Bahia, Brasil) são a formação coralínea mais importante do Atlântico Sul, distribuindo-se por uma área de 6 km² (VILLAÇA, 2002). Nos recifes de arenito brasileiros, os zoantídeos são os cnidários mais frequentes, enfatizando os gêneros *Palythoa* e *Zoanthus* (ROHLFS de MACEDO & BELÉM, 1994). Eles estão distribuídos da costa do Nordeste (PÉREZ *et al*. 2005), Sudeste (SILVEIRA & MORANDINI, 2011) e do Sul (BOUZON *et al.* 2012), incluindo ilhas oceânicas (EDWARDS & LUBBOCK, 1983; FRANCINI-FILHO *et al.* 2013). Para Fernandes (2000), estes zoantídeos, em especial *Palythoa caribaeorum*, são os que melhor representam os beachrocks pernambucanos.

4.3 *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus.*

Classificação:

Filo Cnidaria

Classe Anthozoa

Subclasse Hexacorallia

Ordem Zoanthidea

Gênero *Palythoa* Lamoroux, 1816

Palythoa caribaeorum Duchassaing & Michelotti, 1860

Gênero *Zoanthus* Lamarck, 1801

Zoanthus sociatus (Ellis & Solander, 1786)

A ordem Zoanthidea, uma das menos estudadas dentro do Filo Cnidaria (PHILLIP & FAUTIN, 2009), possui cerca de 357 espécies nominais (FAUTIN, 2014). Os integrantes dessa ordem são conhecidos como zoantídeos, caracterizados por habitarem desde águas superficiais a águas profundas em todos os oceanos, muitos em simbiose com outros animais, como octocorais e ermitões (RYLAND *et al*. 2004). Geralmente formam colônias (RYLAND, 1997), com pólipos ligados por um cenênquima, ou tecido comum, semelhante a muitas espécies de corais escleractíneos (REIMER *et al*, 2011). A maioria dos integrantes do grupo incrustam areia e outros detritos em sua mesogléia proporcionando resistência e sustentação (REIMER *et al*, 2011). A espécie *Zoanthus sociatus* faz parte da família Zoanthidae que não incrusta sedimentos nos pólipos diferentemente dos membros da família Sphenopidae no qual *Palythoa caribaeorum* está inserido.

Ambas as espécies apresentam uma ampla distribuição mundial, sendo *P. caribaeorum* comum nos recifes da Flórida, Bahamas, Colômbia (SÁNCHEZ, 1995), St. Croix U.S. (SUCHANEK & GREEN, 1981), Porto Rico e Caribe (TORRES & MORELOCK, 2002). *Zoanthus sociatus* por sua vez é encontrado em regiões tropicais do Japão à América Central e no Caribe (FAUTIN, 2014).

Zoanthus sociatus (Fig. 1A) apresenta pólipos verde-brilhante azulados com diâmetro do disco oral de aproximadamente 5 mm e altura do pólipo entre 3 e 30 mm. As colônias grandes se fixam em substratos bastante variáveis: blocos rochosos, pedras soltas, conchas de moluscos e esqueletos de corais escleractíneos (ROHLFS de MACEDO, 1986;

ROHLFS de MACEDO & BELÉM, 1994), ocorrendo no infralitoral e em poças de marés (ROHLFS de MACEDO, 1986). Os pólipos são alongados, surgindo de um cenênquima incrustante representado por um entrelaçado de estolões ou em formas de fita, podendo se lamelar, mas nunca formando uma massa contínua sobre o substrato, estando os pólipos alongados e frequentemente afilados no sentido basal (ROHLFS de MACEDO, 1986).

As colônias do *Palythoa caribaeorum* (Fig. 1B) formam um tapete constituído por pólipos que medem de 5 a 10 mm de diâmetro, cor marrom-alaranjadas e unidos firmemente uns aos outros por um cenênquima espesso onde só o disco oral é aparente (BOSCOLO & SILVEIRA, 2005). Quando expostos durante a maré baixa, esses pólipos produzem um muco que protege a colônia da dessecação e lhe confere o nome popular de "baba-de-boi" (SOARES *et al*. 2006).

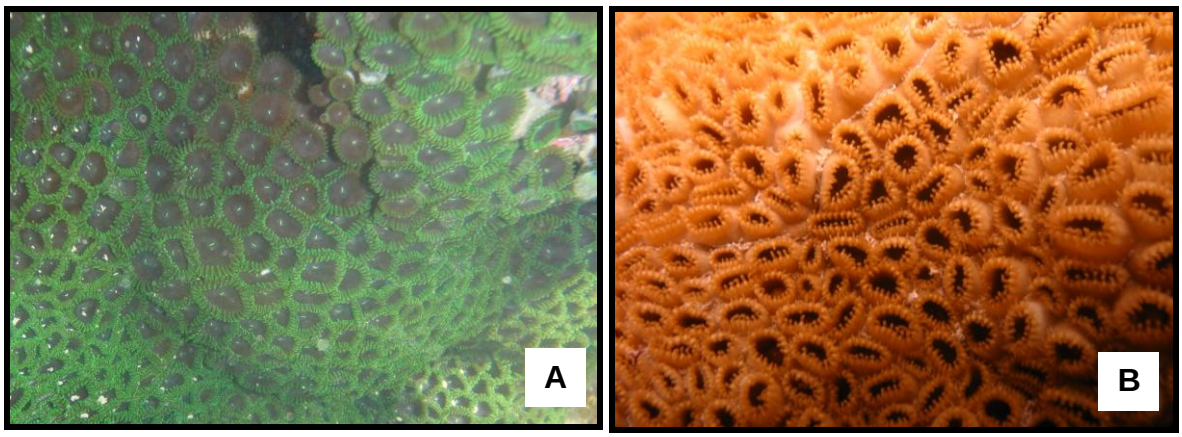

Figura 1: Imagens de *Zoanthus sociatus* (A) e *Palythoa caribaeorum* (B) de Porto de Galinhas (PE). Fotos: Janine Farias.

Alguns zoantídeos, semelhantes a corais e anêmonas do mar possuem simbiose com algas endossimbiontes comumente chamadas de zooxantelas (KEMP *et al*. 2006) sendo espécies de *Symbiodinium* as mais comuns (BAKER *et al*. 2008). A presença de *Symbiodinium* contribui substancialmente para a produtividade, sobrevivência e sucesso de seus hospedeiros por se tratar de uma fonte autotrófica (MUSCATINE & PORTER, 1977). Em contrapartida, as algas obtêm abrigo e elementos químicos necessários à sua sobrevivência (STANLEY Jr, 2006). Os corais chegam a suprir até 95% da necessidade do carbono através dessa associação (MUSCATINE, 1980). A verdadeira contribuição das zooxantelas para o metabolismo do animal vai depender da quantidade de luz disponível

para as algas e também do suprimento alimentar disponível para o animal (MULLER-PARKER, 1985).

A cor característica dos hospedeiros é dada pelas zooxantelas (MUSCATINE, 1980). Sob estresse, como o aumento da temperatura superficial do mar, as algas endossimbiontes são expulsas, deixando uma camada transparente de tecido, em um processo conhecido como branqueamento (KEMP *et al*, 2006). Eventos do branqueamento em larga escala são conhecidos após o início da década de 80, e desde então vem se tornado mais frequentes e intensos (HOEGH-GULDBERG *et al*. 2007). Entre outros fatores principais que podem levar ao branqueamento estão a rápida variação da temperatura e salinidade; o aumento da sedimentação; asfixia; abrasão; sombreamento; mudanças rápidas no nível do mar, levando a exposição aérea dos recifes e exposição à luz (DUTRA, 2000). Em várias partes do globo, como também no Brasil, o fenômeno de branqueamento de corais parece coincidir com o aquecimento dos oceanos durante a ocorrência de eventos El-Niño (LEÃO *et al*. 2003, OLIVEIRA *et al*. 2004) especificamente entre os anos de 1997 e 1998 onde 16% dos recifes de corais do mundo foram mortos, particularmente nos oceanos Índico e Pacífico (WILKINSON & SOUTER, 2008).

Buddemeier & Fautin (1993) apoiam a hipótese do branqueamento adaptativo (HBA) e propõem que a perda dos endossimbiontes propicia o restabelecimento de uma nova simbiose com algas dominantes diferentes mais adequadas para a situação atual. Tal rearranjo potencializa a chance de sobrevivência em longo prazo dos anfitriões.

Palythoa caribaeorum é considerado um bom indicador do branqueamento, por apresentar-se sensível ao processo e é uma das primeiras espécies a demonstrar os sintomas (MUELLER, 1992). Kemp *et al*. (2006) estudaram a influência da temperatura das águas na liberação das zooxantelas de *Palythoa caribaeorum* em três regiões diferentes do Sul da Flórida e perceberam uma maior tolerância ao aumento da temperatura naquelas zooxantelas presentes em *P. caribaeorum* situados numa área com uma ampla faixa de variação de temperatura durante o ano. Segundo Silva (2008) o branqueamento provoca mudanças no crescimento e na morfologia dos pólipos de *P. caribaeorum*.

4.4 Variação Morfológica.

O ambiente recifal é extremamente heterogêneo e, portanto, apresenta constantes desafiod adaptativod para organismos sésseis, incapazes de escapar de seus arredores

(CHEN *et al.* 2011). Muitos animais, especialmente os corais escleractíneos e zoantídeos, desenvolveram diversas variações morfológicas com relevância ambiental, influenciadas pelo fluxo das marés, competição espacial, captura de luz pelos simbiontes, sedimentação (VERON, 2000; AMARAL & RAMOS, 2007; OW & TODD, 2010).

Dentro de uma mesma espécie, um grau impressionante de variações morfológicas ao longo de gradientes físicos e entre regiões geográficas podem ser encontrados (HELMUTH & SEBENS, 1993; AMARAL, 1994). Wells (1973) descreveu seis espécies de *Agaricia* na Jamaica, enquanto que nas Índias Ocidentais foram registradas 21 espécies para esse mesmo gênero. Menezes *et al*. (2013) encontraram variações significativas no tamanho dos coralitos intracoloniais em *Siderastrea stellata e S. radians* coletadas na Bahia.

Para a fauna de escleractíneos do Brasil, existem alguns poucos trabalhos para corais das famílias Faviidae e Mussidae (AMARAL, 1994; ANTÔNIO-DE-SOUZA & AMARAL, 2002). Ainda, as variações morfológicas para hidróides calcários do gênero *Millepora* foram descritas por Amaral *et al*. (2002).

Mecanismos genéticos (LOMBARDI *et al*. 2008) e a plasticidade fenotípica (TODD, 2008; CHEN *et al*. 2011) também podem ser responsáveis por essas variações morfológicas das colônias. Em termos ecológicos, a plasticidade permite aos corais ocuparem uma vasta gama de habitats porque conseguem se adaptar as mudanças temporais no ambiente (BRUNO & EDMUNDS, 1997). A plasticidade fenotípica refere-se a quando um genótipo está apto a produzir diferente fenótipos, por exemplo, na morfologia, fisiologia, história de vida e/ou comportamento; em diferentes ambientes (GARLAND & KELLY, 2006). Costa *et al*. (2011) perceberam que colônias de *Palythoa caribaeorum* em áreas com maior influência do porto de Suape (PE) apresentaram medidas de área, número e diâmetro dos pólipos mais homogêneas ao longo do ano, diferentemente de outras duas localidades, em resposta a influência direto das atividades no Porto.

Historicamente, as espécies de *Palythoa* tem sido descritas e identificadas com base na morfologia (incluindo tamanho e coloração) de pólipos e colônias, bem como no desenvolvimento e na forma dos seus músculos do esfíncter (HIBINO *et al*, 2014). Acredita-se que o número de espécies descritas para o gênero seja muito menor devido aos altos níveis de plasticidade intraespecífica (BURNETT *et al.* 1997; REIMER *et al.* 2004). Em termos taxonômicos, tais alterações morfológicas induzidas ambientalmente pode dificultar a identificação precisa das espécies. Para contornar esse problema, especialistas

passaram a utilizar técnicas moleculares em conjunto com dados morfológicos para elucidar as relações filogenéticas e evolutivas de *Zoanthus* e *Palythoa* (REIMER *et al*. 2006a; REIMER *et al*. 2006b; REIMER *et al.* 2012).

Outras características importantes para elucidação e classificação de espécies podem ser obtidas pela análise dos caracteres morfológicos internos (REIMER *et al.* 2010). Entretanto, o exame histológico da morfologia interna dos zoantídeos é muito difícil, pois a maioria deles apresenta materiais rígidos, como areia de incrustação e detritos. Sem tratamento, estas partículas duras danificam os tecidos durante o corte, dificultando a observação dos detalhes dos caracteres internos, como padrão e estrutura dos mesentérios (REIMER *et al.* 2010).

4.5 Crescimento de zoantídeos.

O espaço disponível para um animal séssil se desenvolver é considerado muitas vezes o recurso limitante mais importante em ambientes de substrato duro marinho, e a manutenção de um dado nível de diversidade nestes ambientes tem sido atribuída às interações competitivas, predação e perturbação do meio (PAINE, 1974; JACKSON & BUSS, 1975). Um dos principais mecanismos que possibilitam aos organismos bentônicos adquirirem mais substrato é a colonização de áreas disponíveis ou superfícies mortas e vai depender da capacidade de colonização e da velocidade do crescimento das espécies (CHADWICK & MORROW, 2011).

O crescimento rápido visualizado em colônias de *Palythoa caribaeorum* é considerado um dos fatores mais importantes no sucesso ocupacional da espécie (SUCHANEK & GREEN, 1981). Rabelo *et al*. (2013) compararam as taxas de crescimento dos zoantídeos *Palythoa caribaeorum*, *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* do nordeste do Brasil. *Palythoa caribaeorum* apresentou um crescimento similar a *Z. sociatus*, porém superior a *P. variabilis*.

Os zoantídeos replicam-se clonalmente em altas taxas e monopolizam o substrato, graças à reprodução assexuada (ACOSTA *et al*. 2001; 2005). Membros do gênero *Palythoa* e *Zoanthus* são particularmente onipresentes nas zonas costeiras onde as concentrações de nutrientes são ricas e, portanto, podem obter uma vantagem nos recifes costeiros (BASTIDAS & BONE, 1996; COSTA JR. *et al*. 2002; 2008). Outros aspectos que garantem esse sucesso na ocupação de áreas pelos zoantídeos são a alelopatia e a capacidade de crescer sobre o competidor.

O sobrecrescimento, que é a habilidade de expandir seu crescimento sobre um competidor, reduz a taxa de crescimento do oponente, chegando até a matá-lo (SUCHANEK & GREEN, 1981). Colônias do octocoral *Carijoa riisei* e cracas (PÉREZ *et al.* 2005), algas e o bivalve invasor *Isognomon bicolor* foram observados sob tapetes de *P. caribaeorum* como vítimas do sobrecrescimento da espécie (MENDONÇA-NETO & GAMA, 2009).

Muitas plantas e animais terrestres, de água doce, e em ambientes marinhos produzem metabólitos secundários que podem ser usados como sinais químicos que interagem entre as espécies (MAIDA *et al.* 1995). Quando liberados no ambiente, estes metabólitos secundários podem exercer tanto influências inibidoras quanto estimuladoras (MAIDA *et al*. 1995). As influências inibidoras são denominadas aleopatia (SAMMARCO *et al*. 1985; BASTIDAS & BONE, 1996).

Alguns zoantídeos possuem a palitoxina, uma potente toxina marinha (MEBS, 1998; LOUZÃO *et al.* 2008) garantindo aos mesmos vantagem na ocupação de novas áreas em contato com outras espécies (BASTIDAS & BONE, 1996). A palitoxina foi descrita pela primeira vez no início de 1970 e é um dos compostos protéicos mais tóxicos conhecidos pelo homem, sendo 50 vezes mais potente do que a tetrodotoxina (WANG, 2008; TUBARO *et al*. 2011). A origem da produção mais provável para essa toxina é dedicada a dinoflagelados do gênero *Ostreopsis* (TANIYAMA *et al*. 2003).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

ACOSTA, A.; SAMMARCO, P.W.; DUARTE, L.F. Asexual reproduction in a zoanthid by fragmentation: the role of exogenous factors. **Bulletin of Marine Science**, v. 68, n. 3, p. 363-381, 2001.

_____. New fission processes in the zoanthid *Palythoa caribaeorum*: description an quantitative aspects. **Bulletin of Marine Science**, v. *7*6, n. 1, p. 1-26, 2005.

AMARAL, F. D. Morphological variation in the reef coral *Montastraea cavernosa* in Brazil. **Coral Reefs**, v. 13, n. 1, p.113-117, 1994.

AMARAL, F. D. et al. Sketelal morphometry of *Millepora* occuring in Brazil, including a previously undescribed species. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 115, n. 3, p. 681-695, 2002.

AMARAL, F. D.; RAMOS, C. A. C. Skeletal variability of the coral *Favia gravida* (Verrill, 1868) from Brazil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 245-251, 2007.

ANTONIO-DE-SOUZA, C.; AMARAL, F. D. Variação morfométrica de algumas espécies de corais Mussidae (Cnidaria, Anthozoa) do Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 30, n. 2, p. 23-36, 2002.

BAKER, A. C.; GLYNN, P. W.; RIEGL, B. Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 80, n. 1, p. 435–471, 2008.

BASTIDAS, C.; BONE, D. Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus Sociatus* (Cnidaria: Anthozoa) at a Reef Flat environment in Venezuela**.** **Bulletin of Marine Science**, v. 59, n. 3. p. 543-555, 1996.

BIRKELAND, C. **Life and Death of Coral Reef**. New York: Chapman and Hall, 1997. 536p.

BOALCHE, G. T. et al. A resurvey of Colemans intertidal traverse at Wembury, South Devon. **Journal of Marine Biological Association**, v. 54, n.4, p. 551-553, 1974.

BOSCOLO, H. K.; SILVEIRA, F. L. Reproductive biology of *Palythoa caribaeorum* and *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) from the southeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 1, p. 29-41, 2005.

BOUZON, J. L.; BRANDINI, F. P.; ROCHA, R. M. Biodiversity of sessile fauna on rocky shores of coastal islands in Santa Catarina, Southern Brazil. **Marine Science**, v. 2, n. 5, p. 39-47, 2012.

BROSNAN, D. M.; CRUMRINE, L. L. Effects of humam trampling on marine rocky shore communities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 177, n. 1, p. 79-97, 1994.

BRUNO, J. F.; EDMUNDS, P. J. Clonal variation for phenotypic plasticity in the coral *Madracis mirabilis*. **Ecology**, v. 78, n. 7, p. 2177-2190, 1997.

BRYANT, D. et al. Reefs at Risk: **A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs**. Washington D.C: World Resources Institute, 1998. 56p.

BUDDEMEIER, R. W.; FAUTIN, D. G. Coral bleaching as an adaptive mechanism: a testable hypothesis. **BioScience**, v. 43, n. 5, p. 320–326, 1993.

BUDDEMEIER, R. W.; KLEYPAS, J. A.; ARONSON, R. B. 2004. **Coral Reefs and Global Climate Change: Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems**. Report prepared for the Pew Centre on Global Climate Change. Arlington: Virginia, 2004. 56p.

BURNETT, W. J. et al. Zoanthids (Anthozoa, Hexacorallia) from the Great Barrier Reef and Torres Strait, Australia: Systematics, evolution and a key to species. **Coral Reefs**, v. 16, n. 1, p. 55-68, 1997.

CASTRO, C. B. et al. Four-year monthly sediment deposition on turbid southwestern Atlantic coral reefs, with a comparison of benthic assemblages. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 1, p. 49-63, 2012.

CESAR, H.; BURKE, L.; PET-SOEDE, L. **The economics of worldwide coral reef degradation**. In: Cesar Environmental Economics Consulting and WWF-Netherlands, Arnhem and Zeist, The Netherlands. 2003. Disponível em: < http://pdf.wri.org/cesardegradationreport100203.pdf>. Acesso em 18 de janeiro de 2014.

CHABANET, P. et al. Human-induced physical disturbances and their indicators on coral reef habitats: a multi-scale approach. **Aquatic Living Resource**, v.18, n. 3, p. 215-230, 2005.

CHADWICK, N. E.; MORROW, K. M. Competition among sessile organisms on coral reefs. In: DUBINSKY, Z.; STAMBLER, N. (eds) **Coral Reefs: An Ecosystem in Transition**. Springer: New York, 2011. p. 324-350.

CHEN, K. S. et al. Latitudinal Gradient of Morphological Variations in Zebra Coral *Oulastrea crispata* (Scleractinia: Faviidae) in the West Pacific. **Zoological Studies**, v. 50, n. 1, p. 43-52, 2011.

_____. Population ecology of reef building corals. In: JONES, O. A.; ENDEAN, R (eds). **Biology and geology of coral reefs**. Vol II, Biology. New York: Academic press, 1973. p. 205-245.

_____. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. **Science**, v. 199, n. 1, p. 1302-1309, 1978.

CONNEL, J.H. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. **Science**, v.199, p.1302-1309. 1978.

COSTA, D. L. et. al. Morphological plasticity in the reef zoanthid *Palythoa caribaeorum* as an adaptive strategy. **Annales Zoologici Fennici**, v. 48, n.6, p, 349-358, 2011.

COSTA JR, O. S. et al. Spatial and seasonal distribution of seaweeds on coral reefs from Southern Bahia, Brazil. **Botanica Marina**, v. 45, n. 1, p. 346–355, 2002.

COSTA JR, O. S.; NIMMO, M.; ATTRILL, M. J. Coastal nutrification in Brazil: A review of the role of nutrient excess on coral reef demise. **Journal of South American Earth Sciences**,v. 25, n. 1, p. 257-270, 2008.

DAVENPORT, J.; DAVENPORT, J. L. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 67, n. 1-2, p. 280-292, 2006.

DIEDRICH, A. The impacts of tourism on coral reef conservation awareness and support in coastal communities in Belize. **Coral Reefs**, v. 26, n. 4, p. 985-996, 2007.

DUTRA, L. X. C. **O branqueamento de corais hermatípicos no litoral norte da Bahia associado ao evento do El Niño 1998**. 2000. 85p. Graduação (Monografia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

EDWARDS, A.; LUBBOCK, R. Marine zoogeography of St. Paul´s Rocks. **Journal of Biogeography**, v. 10, n. 1, p. 65-72. 1983.

FAUTIN, D. G.1988. Anthozoan dominated benthic environments. In: Coral Reef Symposium, 6, Townsville. Proceeding of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, p. 231-236.

_____. Anthozoan dominated benthic environment. In: **Proceedings 6th International Coral Reef Symposium**. Australia, 1989, v. 3. p. 231-236.

_____.**Hexacorallians of the World**. Disponível em: < http://hercules.kgs.ku.edu/hexacoral/anemone2/index.cfm>. Acesso em: 30 de mar. de 2014.

FERNANDES, M. L. B. **Avaliação de dois ambientes recifais do litoral de Pernambuco, através das suas macro e megafaunas incrustantes e sedentárias**. 2000. 165 p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil. Situação atual e perspectivas**. Brasília: MMA, 2006. 250p.

FRANCINI-FILHO et al. Dynamics of coral reef benthic assemblages of the Abrolhos bank, Eastern Brazil: inferences on natural and anthropogenic drivers. **Plos One**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2013.

GARLAND, T.; KELLY, S. A. Phenotypic plasticity and experimental evolution. **Journal of Experimental Biology and Ecology**, v. 209, n. 12, p. 2344-2361, 2006.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and future effects on coral reefs. **Ambio**, v. 23, n. 8, p. 503-508, 1994.

HELMUTH, B.; SEBENS, K. The influence of colony morphology and orientation to flow on particle capture by the scleractinian coral *Agaricia agaricites* (Linnaeus). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 164, n. 1, p. 251-278, 1993.

HIBINO, Y. et al. Molecular and morphological evidence for conspecificity of two common Indo-Pacific species of Palythoa (Cnidaria: Anthozoa). **Hydrobiologia**, v. 733, n. 1, p. 31-43, 2014.

HOEGH-GULDBERG, O. et. al. Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. **Science**, v. 318, n. 1, p. 1737–1742, 2007.

JACKSON, J. B. C.; BUSS, L. Allelopathy and spatial competition among coral reef invertebrates. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 72, n. 12, p. 5160-5163, 1975.

KEMP, D. W. et al. A comparison of the thermal bleaching responses of the zoanthid *Palythoa caribaeorum* from three geographically different regions in south Florida. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 335, n.1, p. 266-276. 2006.

KITTINGER, J. N. et al. Human dimensions of coral reef social-ecological systems. **Ecology and Society**, v. 17, n. 4, p. 17, 2012.

LEÃO, Z. M. A. N. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n.3, p. 339-451, 1996.

LEÃO, Z. M.A.N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V. Corals and Coral Reefs of Brazil. In: CORTES, J (ed). **Latin America Coral Reefs**. Amsterdam: Elsevier Publisher, 2003. p. 9-52.

LIDDLE, M. J.; KAY, A. M. Resistance, survival and recovery of trampled coral of the Great Barrier Reef. **Biological Conservation**, v. 42, n. 1, p. 1-18, 1987.

LOMBARDI, C.; TAYLOR, P. D.; COCITOS, S. Importance of zooidal polymorphs in the species-level taxonomy of bryozoans. **Journal of Morphology**, v. 269, n. 12, p. 1475, 2008.

LOUZÃO, M. C.; ARES, I. R.; CAGIDE, E. Marine toxins and the cytoskeleton: a new view of palytoxin toxicity. **FEBS Journal**, v. 275, n. 24, p. 6067-6074, 2008.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral Reefs of Brazil: an overview. In: **Proceedings 8th International Coral Reef Symposium**. Panama, 1997, v. 1. p. 263-274.

MAIDA, M.; SAMMARCO, P. W.; COLL, J. C. Preliminary evidence for directional allelopathic effects of the soft coral *Sinularia flexibilis* (Alcyonacea: Octocorallia) on scleractinian coral recruitment. **Bulletin of Marine Science**, v. 56, n. 1, p. 303-311, 1995.

MAIDA, M. et al. **Relatório do Workshop sobre os Recifes de Coral Brasileiros: Pesquisa, Manejo Integrado e Conservação.** Pernambuco: Tamandaré. 1997. 30p.

MAGLIOCCA, A. **Glossário de Oceanografia**. São Paulo: Universidade de são Paulo, 1987. 353 p.

McALLISTER, D. Status of the World Ocean and Its Biodiversity. **Sea Wind**, v. 9, n. 4, p. 14, 1995.

MEBS, D. Occurrence and sequestration of toxins in food chains. **Toxicon**, v. 36, n. 11, p. 1519-1522, 1998.

MENDONÇA-NETO, J. P.; GAMA, B. A. P. The native *Palythoa caribaeorum* overgrows on invasive species in the intertidal zone. **Coral Reefs**, v. 28, n. 2, p. 497, 2009.

MENEZES, N. M et al. Intracolonial variation in Siderastrea de Blainville, 1830 (Anthozoa, Scleractinia): taxonomy under challenging morphological constraints. **Biota neotropica**, v. 13, n. 1, p. 108-116, 2013.

MOBERG, F. A.; FOLKE, C. A. B. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics**, v. 29, n. 1, p. 215-233. 1999.

MULLER-PARKER, G. Effect of feeding regime and irradiance on the photophysiology of the symbiotic sea anemone *Aiptasia pulchella*. **Marine Biology**, v. 90, n. 1, p. 65-74. 1985.

MUELLER, E. M. *Palythoa caribaeorum*: An indicator of coral reef perturbation. In: **Proceedings 7th International Coral Reef Symposium**. Guam, 1992, v.1. p. 72.

MUSCATINE, L.; PORTER, J. W. Reef corals: mutualistic symbioses adapted to nutrient-poor environments. **BioScience**, v. 27, n. 1, p. 454–460,1977.

MUSCATINE, L. Productivity of zooxanthellae. In: FALKOWSKI, P.G. (Ed.), **Primary Production in the Sea**. New York: Plenum, 1980, p. 649–658.

OIGMAN-PSZCZOL, S. S.; FIGUEIREDO, M. A. de O.; CREED, J. C. Distribution of benthic communities on the tropical rocky subtidal of Armação dos Búzios, southeastern Brazil. **Marine Ecology**, v. 25, n. 3, p. 173-190, 2004.

OLIVEIRA, M. D. M. et al. Coral bleaching in Brazil, Western South Atlantic. In: **Abstract 10th International Coral Reef Symposium**. Okinawa, Japoneze Coral Reef Society, 2004. p. 406.

OSBORNE, P. L. **Tropical ecosystems and ecological concepts.** New York: Cambridge University Press, 2000. 464 p.

OW, Y. X.; TODD, P. A. Light-induced morphological plasticity in the scleractinian coral *Goniastrea pectinata* and its functional significance. **Coral Reefs**, v. 29, n. 1, p.797–808, 2010.

PAINE, R. T. Intertidal community structure experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. **Oecologia**, v. 15, n. 1, p. 93-120, 1974.

PÉREZ, C. D.; VILA-NOVA D. A.; SANTOS, A. M. Associated community with the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing&Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) from litoral of Pernambuco, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 548, n. 1, p. 207-215, 2005.

PHILLIP, N. A.; FAUTIN, D. G. Three new species of shallow water, yellow zoanthids (Hexacorallia: Zoanthidea: Epizoanthidae) from southern California, USA, and southern Australia**. Zootaxa**, v. 2058, n.1 , p. 53-61. 2009.

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, n. 1, p. 35-42, 2013.

REIMER, J. D. et al. "Reconsidering *Zoanthus* spp. diversity: molecular evidence of conspecifity within four previously presumed species." **Zoological Science**, v. 21, n. 5, p. 517–525, 2004.

_____. Morphological and molecular revision of Zoanthus (Anthozoa: Hexacorallia) from Southwestern Japan, with descriptions of two new species. **Zoological Science**, v. 23, n. 1, p. 261-275, 2006a.

_____. Molecular evidence suggesting species in the zoanthid genera Palythoa and Protopalythoa (Anthozoa: Hexacorallia) are congeneric. **Zoological Science**, v. 23, n. 1, p. 87-94, 2006b.

_____. Using hydrofluoric acid for morphological investigations of zoanthids (Cnidaria: Anthozoa): A critical Assessment of methodology and necessity. **Marine Biotechnology**, v. 12, n. 5, p. 605-617, 2010.

_____. Shallow-Water brachycnemic boanthids (Cnidaria: Hexacorallia) from Taiwan: A preliminary survey. **Zoological studies**, v. 50, n. 3, p. 363-371, 2011.

REIMER, J. D.; FOORD, C.; IREI, Y. Species diversity of shallow water zoanthids (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia) in Florida. **Journal of Marine Biology**, v. 2012, n.1, p. 1-14, 2012

ROHLFS DE MACEDO, C. M. **Microanatomia e Sistemática das Espécies de Zoanthus Lamarck, 1801 (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) do litoral e ilhas oceânicas do Brasil.** 1986. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1986.

ROHLFS DE MACEDO, C. M. R.; BELÉM, M. J. C. The genus *Zoanthus* in Brazil. Characterization and Anatomical revision of *Zoanthus sociatus* (Cnidaria, Zoantharia, Zoanthidae). **Iheringia**, v. 77, n. 1, p. 135-144, 1994.

RYLAND, J. S. Reproduction in Zoanthidea (Anthozoa: Hexacorallia). **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 31, n. 1, p. 177-188, 1997.

RYLAND, J. S.; BRASSEUR, M. M.; LANCASTER, J. E. Use of cnidae in taxonomy: implications from a study of Acrozoanthus australiae (Hexacorallia, Zoanthidea). **Journal of Natural History**, v. 38, n. 10, p. 1193-1223, 2004.

SAMMARCO, P. W.; COLL, J. C.; LA BARRE, S. Competitive strategies of soft corals (Coelenterata: Octocorallia). II. Variable defensive responses and susceptibility to scleractinian corals. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 9, n. 1, p. 199-215, 1985.

SÁNCHEZ, J. A. Benthic communities and geomorphology of the Tesoro Island reefs, Colombian Caribbean. **Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín**, v. 24, p. 55-77, 1995.

SILVA, A. C. L. **Distribuição, morfometria e branqueamento do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa)**. 2008. 48 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

SILVEIRA F. L.; MORANDINI, A. C. Checklist dos Cnidaria do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2011.

SOARES, C. L. S. et al. Avaliação da atividade antiinflamatória e analgésica do extrato bruto hidroalcoólico do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 463-468, 2006.

STANLEY Jr., G. D. Photosymbiosis and the evolution of modern coral reefs. **Science**. v. 312, n. 5775, p.857-858, 2006.

SUCHANEK, T. H.; GREEN, D. J. 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**, 1981, v. *2*, p. 679-684.

TANIYAMA, S. et al. *Ostreopsis* sp., a possible origin of palytoxin (PTX) in parrotfish *Scarus ovifrons*. **Toxicon**, v. 42, n.1, p. 29-33, 2003.

THORN, R. M.; WIDDOWSON, T. B. A resurvey of E. Yale Dawson's '42 intertidal algal transects on the southern California mainland after 15 years. **Southern California Academy of Sciences**, v. 77, n. 1, p. 1-13, 1978.

TODD, P. A. Morphological plasticity in scleractinian corals. **Biological Reviews**, v. 83, n.1, p. 315-337, 2008.

TORRES, J. L.; MORELOCK, J. Effect of terrigenous sediment influx on coral cover and linear extension rates of three caribbean massive coral species. **Caribbean Journal of Science**, v. 38, n. 3-4, p. 222-229, 2002.

TUBARO, A. et al. Case definitions for human poisonings postulated to palytoxins exposure. **Toxicon**, v. 57, n. 3, p. 478-495, 2011.

VERON, J. E. N. Corals of the World. Townsville: Australia. 2000. 1382p.

VILLAÇA, R. **Recifes biológicos**. In: PEREIRA, R. C. e SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. cap. 11, p. 229-248.

WANG, D. Z. Neurotoxins from marine dinoflagellates: a brief review. **Marine Drugs**, v.6, n. 3, p. 349-371, 2008.

WELLS, J. W. New and old scleractinian corals from Jamaica. **Bulletin of Marine Science**, v. 23, n. 1, p.16-58, 1973.

WIDDOWSON, T. B. Changes in the intertidal algal flora of the L.A. area since the survey of E. Yale Dawson in 1956-1959. **Bulletin of the Southern California Academy of Sciences**, v. 70, n. 1, p. 2-16. 1971.

WILKINSON, C. **Status of coral reefs of the world: 2002**. GCRMN/AIMS. Monitoring Network and Australian Institute of Marine Science, Townsville: Austrália, 2002. 378 p.

WILKINSON, C.; SOUTER, D. Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. In: **Global Coral Reef Monitoring Network – GCRMN**. Townsville, Australian Institute of Marine Science, 2008. p.3-13.

WOOD, E. M**. Exploitation of coral reef fishes for the aquarium fish trade**. Marine Conservation Society, Rosson- Wye: Reino Unido, 1985. 121p.

CAPÍTULO I: Composto pelo artigo intitulado "Crescimento do zoantídeo tropical Palythoa caribaeorum (Cnidaria: Anthozoa) em recifes de coral na costa nordeste do Brasil", submetido ao periódico Anais da Academia Brasileira de Ciências.

1. Front Page

Crescimento do zoantídeo tropical *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) em recifes de coral na costa nordeste do Brasil.

Janine Farias da Silva[1], Paula Braga Gomes[2], Erika Flávia Crispim de Santana[2], João Manoel da Silva[2], Érica Patrícia de Lima[3], Andre Maurício Melo Santos[3], Carlos Daniel Pérez[3]

[1] *Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Prof. Moraes Rego 1235, Cidade Universitária, 50670-420 Recife, Pernambuco, Brasil.*

[2]*Departamento de Biologia, Área Ecologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.*

[3]*Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco.*

Key words: Taxa de crescimento, Pisoteio, Recifes tropicais, Zoantharia.

Running title: Growth of *Palythoa caribaeorum* in Brazilian reefs.

Seção acadêmica a qual o artigo está inserido: Biodiversidade.

Carlos Daniel Pérez

Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória.

Rua do Alto do Reservatório, s/n

Bairro: Bela Vista CEP: 50010-921

Cidade: Vitoria de Santo Antão, PE - Brasil

E-mail: cdperez@ufpe.br;

2. Resumo

Em recifes do nordeste do Brasil a cobertura de zoantídeos é maior que de corais escleractíneos, o que torna estes organismos fundamentais na estruturação da comunidade bentônica local, com destaque para a espécie *Palythoa caribaeorum*. O objetivo deste estudo foi determinar a taxa de crescimento da espécie em recifes brasileiros, avaliando a influência do local (praias diferentes), do período do ano, posição no médio ou infralitoral e pressão antrópica associada à visitação turística. Durante um ano foi acompanhada a cobertura de *P. caribaeorum* com uso de transectos e 20 colônias foram monitoradas em cada período do ano (seco e chuvoso). Um quadrado (100 cm^2) foi retirado da porção central da colônia e a área desnuda foi acompanhada por 4 meses em cada estação. As taxas médias de crescimento obtidas nas diferentes situações foram entre 0,015 e 0,021 $cm.dia^{-1}$. A taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* mostrou-se, de forma geral, bem homogênea entre as localidades, não sendo afetada pela localização das colônias em praias diferentes, no médio ou infralitoral e nem pela visitação, mostrando uma característica de ritmo de crescimento da espécie, intrínseco, possivelmente com forte componente genético. No entanto, foram encontradas diferenças na taxa de crescimento de *P. caribaeorum* entre os períodos seco e chuvoso em algumas situações específicas, reveladas nos testes a posteriori, demonstrando interações entre os fatores ambientais analisados. A taxa de crescimento de *P. caribaeorum* foi diferente ao longo dos meses, tendo sido mais elevada no primeiro mês após o corte. A cobertura média foi entre 6,2 e 22,9% sendo menor no recife com visitação turística. O presente estudo reforça a ideia de que *P. caribaeorum* é uma espécie fundamental na dinâmica de funcionamento dos recifes costeiros graças a seu rápido e contínuo crescimento que, apesar das inúmeras interações competitivas, mantém a abundância elevada nos recifes.

3. Introdução

Os recifes de coral possuem elevada importância devido aos numerosos serviços ecossistêmicos desempenhados (Dight and Scherl 1997, Moberg and Folke 1999). Além disso possuem elevada produtividade (Connell 1978, Birkeland 1997), biodiversidade (Moberg and Folke 1999) e grande dinamismo (Osborne 2000). Por ocupar menos de 1% dos fundos oceânicos (Moberg and Folke 1999), as interações biológicas, em especial competição, são fundamentais para manter a dinâmica e a diversidade da comunidade.

Entre os grupos biológicos que melhor caracterizam a fauna dos recifes no mundo estão os cnidários antozoários. A composição específica do grupo varia geograficamente, mas as espécies dominantes desempenham papéis ecológicos similares nos recifes. Este é o caso de corais escleractíneos e zoantídeos (Fautin 1988). Ambos são sésseis, suspensívoros, a maioria carnívora, podem abrigar zooxantelas em seus tecidos e tem papel fundamental na estruturação da comunidade. Zoantídeos formam grupos dominantes de macroinvertebrados sésseis em recifes na Jamaica (Karlson 1980), enquanto os escleractíneos predominam em recifes do Indo-Pacífico (Fautin 1988). É possível ainda que os zoantídeos dominem locais onde condições de estresse levaram a uma diminuição de corais escleractíneos (Fautin 1988) como o Havaí (Cooke 1976) e Brasil (Cruz et al. 2014). Os recifes costeiros brasileiros são dominados por zoantídeos (Oigman-Pszczol et al. 2004; Floeter et al. 2007; Francini-Filho et al. 2013) e a espécie mais representativa é *P. caribaeorum*, comum no Atlântico Ocidental (Acosta et al. 2005, Francini-Filho et al. 2013).

A ampla distribuição e a cobertura elevada de *P. caribaeorum* é, provavelmente, o produto de vários fatores como plasticidade das colônias (Karlson 1983, Costa et al. 2011), tolerância fisiológica (Sebens 1982), estratégias reprodutivas diversas tanto sexuada quanto

assexuada (Fadlallah et al. 1984, Acosta and Asbahr 2000, Acosta et al. 2001), crescimento rápido (Suchanek and Green 1981, Rabelo et al. 2013), fortes habilidades competitivas (Bastidas and Bone 1996) e mecanismos anti-predadores (Sebens 1982). Além disso, a espécie produz palitoxina (Tubaro et al. 2011) que junto aos outros fatores faz da espécie uma competidora agressiva por espaço nos recifes (Suchanek and Green 1981, Acosta et al. 2001, Mendonça-Neto and Gama 2009).

A capacidade de reprodução, sobrevivência e cobertura do substrato tem relação direta com o tamanho das colônias de organismos bentônicos (Jackson 1977, Hughes and Cancino 1985, Garrabou 1999, Acosta et al. 2001, Acosta et al. 2005). Em *P. caribaeorum* o processo de fissão em colônias tem sido bem estudado, assim como a ação das condições do meio sobre a morfologia dos pólipos e sobre as taxas de fissão e fragmentação (Acosta et al. 1998, Acosta and Sammarco 2000, Acosta et al. 2001, Acosta et al. 2005, Costa et al. 2011). É necessário, no entanto, diferenciar fissão da colônia (McFadden 1986), que contribui para o tamanho da população, e fissão de um pólipo individualmente, que contribui para o crescimento da colônia (Acosta et al. 2005). Neste contexto, a ação do meio sobre a taxa de crescimento das colônias desta espécie, e de zoantídeos em geral, ainda é pouco estudada.

Considerando a grande importância ecológica da espécie nos recifes brasileiros e suas interações competitivas, o objetivo deste trabalho foi calcular a taxa de crescimento de *P. caribaeorum* em recifes da costa nordeste do Brasil e verificar se ela é alterada sob diferentes condições ambientais. Os resultados permitirão compreender melhor o papel da espécie na estruturação da comunidade bentônica nos recifes brasileiros.

4. Material e métodos

4.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido nos recifes costeiros do litoral sul do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. As praias de Porto de Galinhas (8º30´20”S 35º00´34”W) e Suape (8º22´53”S 34º57´15”W) (Fig. 1) possuem um clima quente e úmido. A pluviosidade média histórica é de 2.483,6 mm e a temperatura média anual é de 24,7º C. Ao longo do ano, há pouca variação de temperatura (de 26 a 30°C), no entanto, ocorre uma marcada diferença na distribuição de chuvas. O período chuvoso (março a agosto) concentra mais de 70% das chuvas anuais. Desta forma, a região se caracteriza por duas estações climáticas, seca e chuvosa (Medeiros et al. 1999).

As praias apresentam formações de recifes em franja, conhecidos por bancos de arenito ou “*beachrocks*” (Laborel 1970). Suape, distante 40 km de Porto de Galinhas possui uma linha recifal com 3.500m de comprimento e 80m de largura, a cerca de 1.200m da faixa de areia, dificultando o acesso de pessoas ao recife. Diferentemente, o recife de Porto de Galinhas, com extensão de 900 m, está próximo da linha de praia, com fácil acesso, tornando esta praia uma das mais visitadas do litoral brasileiro. Anualmente, Porto de Galinhas recebe em torno de 65000 turistas (Sarmento et al. 2011). O recife está dividido em dois setores por um canal de aproximadamente 8 metros de profundidade. O setor sul (A) consiste em uma área delimitada por bóias que permite o trânsito de turistas em lugares específicos do recife (recife visitado). O setor norte (B) não recebe turistas, devido principalmente à falta de piscinas naturais e a forte irregularidade do substrato (recife não visitado). Para caracterizar a área com e sem visitação, durante o estudo, em um sábado do mês de maio (baixa temporada) foram feitos quatro períodos de contagens de

visitantes de 10 minutos com intervalo de 20 minutos entre eles por dois observadores independentes.

4.2. Desenho experimental

Com o objetivo de determinar a taxa de crescimento da espécie *P. caribaeorum*, foi desenvolvido um experimento de acompanhamento de 20 colônias diferentes, escolhidas aleatoriamente. Em cada uma, foi retirada uma porção quadrangular da região central da colônia de 100 cm^2 com uso de espátula até a completa eliminação dos tecidos do zoantídeo na área. Este experimento teve por objetivo verificar a taxa máxima de crescimento da colônia sem interferência de competidores, que estariam presentes próximos à borda livre da colônia. Durante todo o experimento o local não foi ocupado por outros organismos e, portanto, não foi preciso nenhuma ação para raspagem ou remoção.

O centro do quadrado formado pela retirada de tecido foi marcado com massa subaquática TECPOX MES-500 para facilitar a localização e cada colônia foi demarcada com uma placa de PVC presa ao recife e georreferenciada com uso de GPS (Fig. 2). Imagens digitais da área do quadrado foram obtidas mensalmente com câmera Canon Power Shot A620 e posteriormente analisadas com o programa IMAGE J 1.6.0 para obtenção das medidas da área sem cobertura do zoantídeo e do perímetro.

Para avaliar a influência da sazonalidade no crescimento de *P. caribaeorum* o procedimento de retirada de uma área da colônia foi realizado no período seco e acompanhado por quatro meses (dezembro/2010 a março de 2011). O mesmo procedimento foi repetido com outras colônias iniciando no período chuvoso e acompanhando também por quatro meses (maio a agosto/2011). Os experimentos foram

realizados simultaneamente nas praias de Porto de Galinhas (Recife não visitado) e de Suape, para calcular a taxa de crescimento média da espécie. O mesmo experimento foi realizado na área com visitação em Porto de Galinhas para avaliar o efeito do impacto antrópico no crescimento do zoantídeo. Todas estas etapas foram desenvolvidas no mediolitoral.

Além disso, para verificar se a condição de estresse no mediolitoral (e.g. exposição à dessecação, redução no tempo de alimentação, entre outros) afetava o crescimento de *P. caribaeorum*, o mesmo procedimento foi desenvolvido com colônias no infralitoral de Porto de Galinhas. Neste caso, apenas 12 colônias foram acompanhadas durante os quatro meses devido às dificuldades de marcação e acompanhamento no infralitoral.

Para o cálculo da taxa de crescimento foi feita uma ponderação pelo perímetro, pois um estudo prévio verificou que a taxa de crescimento é afetada pelo tamanho de borda livre, de forma que quanto maior a área removida (e maior a borda livre), mais rapidamente cresceria a colônia (Bastidas and Bone 1996). Além disso, assim como em outros experimentos do tipo, a área inicial limpa variava um pouco entre as colônias, necessitando que o crescimento fosse ponderado por alguma medida inicial (Garrabou 1999) para comparações fiáveis. Para obtenção da taxa de crescimento mensal foi utilizada uma fórmula adaptada de Garrabou (1999), em que a diferença da área entre dois meses subsequentes (crescimento) foi dividida pelo perímetro do mês anterior (borda livre disponível). O valor foi dividido pelo número de dias passados entre uma medição e outra para obtenção de uma taxa média diária expressa em cm^2.cm de $borda^{-1}$.dia^{-1} que foi simplificada em $cm.dia^{-1}$. A taxa de crescimento total (usada nas comparações entre situações) foi calculada da mesma forma utilizando os valores do primeiro e do último mês do experimento.

Durante todo o período de estudo (dezembro de 2010 a novembro de 2011) a cobertura de *P. caribaeorum* nos recifes de Porto de Galinhas (visitado e não visitado) e de Suape foi estimada através de transectos dispostos perpendicularmente a linha de praia sobre os recifes no mediolitoral. Em cada local, três transectos foram utilizados em cada mês, desde a linha de maré de um lado até a linha de maré do lado oposto do recife. A cobertura, em centímetros, de *P. caribaeorum* foi estimada pela intersecção deste com a trena estendida, com escala em nível de centímetros, segundo metodologia padrão utilizada no uso de linhas ou faixas isobatimétricas ("transects", Loya 1972, Loya 1978).

4.3. Análises estatísticas

Para todas as hipóteses testadas foi utilizado o Modelo Linear Generalizado - GLM (ANOVA factorial two-way 2x2)) (McCullagh and Nelder 1989) seguido do teste *a posteriori* de Tukey (Hill and Lewicki 2006).

As hipóteses avaliadas foram que (a) a taxa de crescimento não tem diferença significativa entre as praias e (b) o período do ano interfere nas taxas de crescimento. Nesta análise foram utilizados apenas os dados do mediolitoral de Porto de Galinhas do recife não visitado para evitar interferência de outros fatores no resultado.

Também foi testada a influência da localização (médio e infralitoral) no crescimento de *P. caribaeorum* e a interação deste fator com o período do ano testando a hipótese que as colônias do infralitoral submetidas a menos estresse, tem uma taxa de crescimento mais elevada que as do mediolitoral, sem interação com o período do ano. Foram usados os dados das colônias de médio e infra no recife de Porto de Galinhas não visitado.

A hipótese que o pisoteio dos turistas afeta o crescimento das colônias de *P. caribaeorum* durante os períodos seco e chuvoso foi testada comparando os dados de mediolitoral nos recifes visitado e não visitado de Porto de Galinhas.

Foi comparada a taxa de crescimento entre os meses para analisar a hipótese que no primeiro mês de crescimento, após a injúria, a taxa seria mais elevada que os demais em todas as situações. Inicialmente foi comparada a taxa de cada mês entre os experimentos iniciados no período seco e chuvoso. Como não foi verificada diferença ($F=0,0129$; $p=0,9102$), os dois experimentos foram tratados conjuntamente. O Modelo Linear Generalizado - GLM (Anova factorial two-way 3x4) (McCullagh and Nelder 1989) foi usado para verificar diferenças entre os meses e a interação com as praias enquanto o teste a *posteriori* de Tukey (Hill and Lewicki 2006) foi utilizado para comparação par a par. Para estas comparações, com o objetivo de padronização, foram utilizados apenas os resultados obtidos no mediolitoral.

Os valores de cobertura de *P. caribaeorum* foram comparados entre os meses e entre as localidades. Em todas as análises a normalidade e a homogeneidade das variâncias foram testadas previamente e aqueles que não atenderam a esses pressupostos foram logaritimizados. Foi usado o software Statistica v. 7.0 (StatSoft, Tulsa OK). O nível de significância adotado foi $\alpha= 0,05$.

5. Resultados

O recife visitado teve uma média de 156 visitantes, com número máximo de 205, enquanto que o recife não visitado teve uma média de 1 visitante por período de observação, máximo de 4. Dados da Secretaria de Meio Ambiente do Município mostram que o recife visitado

recebe não menos que 5000 turistas por mês, em média, com valores chegando a mais de 15000 na temporada alta segundo dados da Prefeitura de Ipojuca para 2011.

Durante o experimento, algumas colônias apresentaram diminuição da área de recuperação, alternando períodos de crescimento com períodos de mortalidade parcial. Aquelas colônias que não apresentaram morte total, continuaram a ser acompanhadas e estes períodos de declínio refletiram na taxa de crescimento médio final. As colônias que apresentaram grandes áreas de mortalidade sem novo crescimento (mortalidade total) foram excluídas das análises. Considerando todas as situações, das 144 colônias acompanhadas, 59 tiveram perda parcial em algum mês e, destas, dez colônias morreram.

As taxas de crescimento de *P. caribaeorum* variaram entre 0,015 e 0,021 $cm.dia^{-1}$ (Tabela 1). Não foi verificada diferença significativa na taxa de crescimento de *P. caribaeorum* entre as praias de Porto de Galinhas e Suape e nem entre o período seco e chuvoso,havendo interação entre estes fatores apenas em Suape (Tabela 2, Fig. 3). O crescimento foi signifacativamente maior no período chuvoso ($p< 0,01$). A localização das colônias não afetou as taxas de crescimento não sendo detectadas diferenças significativas entre colônias de médio e infralitoral em Porto de Galinhas. No entanto, na análise conjunta com dados de médio e infra, foi verificada diferença significativa entre os períodos do ano, com maior taxa no período seco (Tabela 1, Tabela 2, Fig. 4).

Em Porto de Galinhas, apesar de não haver diferença entre o recife visitado e não visitado e nem entre os períodos seco e chuvoso, foi verificada uma interação significativa entre estes fatores (Tabela 2). O teste de Tukey revelou que apenas o recife visitado apresenta diferença significativa entre os períodos, com taxas menores no seco ($p< 0,05$) (Fig. 5).

A análise da taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* mês a mês mostrou que as colônias não apresentaram um comportamento uniforme de crescimento em nenhuma

localidade e oscilações de crescimento devido à mortalidade foram evidentes durante o estudo. Foram encontradas diferenças significativas entre os meses e houve interação significativa entre os fatores local e mês (Tabela 2, Fig. 6). O mês seguinte após a retirada do tecido da colônia de *P. caribaeorum* foi o que mostrou os maiores valores de taxa de crescimento, seguido de um decréscimo no segundo mês nos três locais (Porto de Galinhas Não visitado, Porto de Galinhas Visitado e Suape). A partir do terceiro mês, as colônias localizadas em Porto de Galinhas (recife visitado e não visitado) retomaram o crescimento, enquanto que em Suape continuou o decréscimo nas taxas que só voltaram a aumentar no quarto mês (Fig. 6). No entanto, a comparação par a par, revelou que dentro de cada mês o crescimento entre os locais não foi significativamente diferente para nenhum dos meses estudados. A comparação entre os meses dentro de cada localidade revelou diferença significativa apenas no recife pisoteado entre o primeiro e o segundo mês (Teste a *posteriori* de Tukey, $p < 0,01$).

Para a cobertura de *P. caribaeorum* houve diferença significativa entre as localidades ($F = 87,1024$; g.l = 2; $p < 0.000001$) com Porto de Galinhas não visitado, visitado e Suape apresentando os seguintes valores 22,9%, 6,2% e 9,6%, respectivamente. O teste de Tukey revelou que o recife não visitado apresenta diferença significativa na cobertura tanto na comparação com o recife visitado ($p<0.05$) quanto com Suape no período chuvoso ($p<0.05$) (Fig 7).

6. Discussão

Palythoa caribaeorum tem sido citado como o cnidário com uma das maiores taxas de crescimento (p. ex. Mendonça-Neto and Gama 2009; Costa et al. 2011), considerando principalmente o estudo de Suchanek and Green (1981). Neste estudo o foco principal era a competição entre *P. caribaeorum* e outras espécies em recifes nas Ilhas Virgens. Os

autores calcularam uma taxa de crescimento entre 2,5 e 4 mm.dia^{-1} para a espécie. No entanto, o experimento levou apenas 20 dias e os autores não deixaram claro como foi feita a mensuração do crescimento nem o cálculo da taxa. Em um estudo posterior (Bastidas and Bone 1996), o crescimento de *P. caribaeorum* foi avaliado em diferentes situações de coexistência com *Zoanthus sociatus* e observados durante 10 meses. No artigo fica clara a forma de marcação das colônias, o uso de fotos e técnicas de planimetria para calcular a área de crescimento e, também, na fórmula do cálculo da taxa de crescimento há uma ponderação da área ganha pelo perímetro inicial. Neste trabalho, os autores calcularam uma taxa de crescimento de *P. caribaeorum* em áreas sem presença de competidor (100% de cobertura de *P. caribaeorum*; os competidores foram removidos) de 0,12 cm^2. cm de borda^{-1}. mês^{-1}. Se este valor for transformado para a unidade dia, resulta em 0,004 cm^2. cm de borda^{-1}. dia^{-1}. Este valor é inferior ao encontrado na presente pesquisa (0,015 cm.dia^{-1}). É importante ressaltar que no cálculo da taxa no presente trabalho também foi levado em consideração o perímetro. A diferença nas unidades é porque simplificamos a unidade "cm^2" da área com "cm" do perímetro, deixando a unidade final em cm.dia^{-1}, mas com significado igual ao resultado de Bastidas and Bone (1996) em que as unidades não foram simplificadas. Em ambos os estudos, a cobertura de *P. caribaeorum* no meio era elevada, o acompanhamento foi realizado por longo tempo e não havia a presença de competidores. A diferença encontrada na taxa pode estar relacionada ao fato de que no experimento desenvolvido por nós, uma porção da colônia era cortada na região central da mesma. As taxas de crescimento podem ser maiores após uma injúria (que cria uma extensão de borda livre), servindo o corte da colônia como um estímulo para o crescimento mais acelerado. De fato, Bastidas and Bone (1996) verificaram que quanto maior a proporção inicial removida (ou o comprimento da borda) da colônia, maior a cobertura final de *P.*

caribaeorum na área clareada, no entanto, esta análise não foi feita em relação à taxa de crescimento.

É possível que os dados de Suchanek and Green (1981) estejam superestimados. De toda forma, o crescimento de *P. caribaeorum* é bastante elevado e, claramente, superior a espécies de escleractíneos que dependem da deposição de carbonato de cálcio para formação de seus esqueletos (para revisão dos métodos e dados sobre crescimento de escleractíneos ver Buddemeier and Kinzie 1976; Buddemeier and Smith 1988). Outro estudo publicado recentemente também apresenta taxas elevadas de crescimento de *P. caribaeorum*. Rabelo et al. (2013) calcularam uma taxa de crescimento de 11,02 $cm^2.mês^{-1}$, o que resultaria em uma taxa de 0,36 $cm^2.dia^{-1}$. A principal diferença nos valores encontrados por estes autores e que justifica serem tão altos, é que no cálculo da taxa de crescimento não foi feita nenhuma ponderação referente ao perímetro como realizado por Bastidas and Bone (1996) e no presente estudo. Os autores simplesmente dividem a área média ganha pela espécie ao longo do experimento pelo número de meses passados. Assim, este valor não pode ser comparado aos valores anteriormente citados. A grande dificuldade em comparar os resultados entre os autores e compreender melhor a dinâmica dos processos vem da definição inapropriada dos termos e medidas adotados ou ainda da ausência destas informações (Buddemeier and Kinzie 1976). É preciso haver clareza na apresentação dos métodos de análise das taxas de crescimento e também uma padronização na forma de cálculo da mesma nos diferentes trabalhos para que possam ser comparados entre espécies e entre localidades.

A taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* mostrou-se, de forma geral, bem homogênea entre as localidades, não sendo afetada pela localização das colônias em praias diferentes, no médio ou infralitoral e nem pela visitação. Isto mostra uma característica de

ritmo de crescimento da espécie, intrínseco, possivelmente com forte componente genético.

Organismos coloniais crescem através de aumento somático e de reprodução assexuada por fissão do pólipo. A fissão e a fragmentação da colônia contribuem para o aumento da densidade populacional da espécie no local. O gênero *Palythoa* tem elevada taxa de reprodução assexuada (Cooke 1976). Isto contribui para a dispersão local, colonização, ganho de espaço em interações competitivas e aumento do fitness (Acosta et al. 2001). A contribuição da fissão e fragmentação no crescimento populacional de zoantídeos em recifes pode variar entre espécies (Acosta et al. 1998, Acosta and Sammarco 2000, Acosta et al, 2001). Além disso, enquanto a fissão depende de forças endógenas e, por isso, geneticamente determinadas, a fragmentação depende de forças exógenas e suas taxas podem ser afetadas pelas condições do meio (Brazeau and Lasker 1992, Garrabou 1999, Karlson 1991). Em *P. caribaeorum* a contribuição da fragmentação é baixa em relação à fissão (Acosta and Sammarco 2000), ocorrendo a partir de tamanho pequenos (5 cm^2; Acosta et al. 2005), o que pode ser uma vantagem adaptativa que auxilia a aumentar as taxas metabólicas, o crescimento e a reprodução (Ryland and Warner 1986, Stoner 1989), além da eficiência na captura de alimento (McFadden 1986). Esta origem endógena no crescimento justificaria a homogeneidade das taxas de crescimento encontradas.

Apesar da homogeneidade, foram encontradas diferenças na taxa de crescimento de *P. caribaeorum* entre os períodos seco e chuvoso em algumas situações específicas, reveladas nos testes *a posteriori*, demonstrando interações entre os fatores ambientais analisados. Um exemplo disso é o comportamento inverso das taxas de crescimento em Porto de Galinhas e Suape nos períodos seco e chuvoso. Apesar de cresceram em ritmos

diferentes em cada estação, no final as duas praias tiveram taxas médias de crescimento similares.

Alguns trabalhos demonstraram o efeito negativo do pisoteio na comunidade recifal (Liddle and Kay 1987, Neil 1990, Hawkins and Roberts 1993, Brown and Taylor 1999, Rodgers and Cox 2003, Sarmento et al. 2011). No presente estudo, a taxa de crescimento de *P. caribaeorum* em Porto de Galinhas não foi diferente entre as áreas com e sem visitação, não confirmando a hipótese incial. Entretanto, no recife visitado as taxas de crescimento foram significativamente menores no período seco, quando o influxo de turistas é maior, indicando que o pisoteio naquele recife interfere negativamente no crescimento das colônias nesta época do ano. No entanto, como a área com visitação tem um padrão inverso daquela sem visitação, estas diferenças se anulam na análise conjunta. Isto significa que o pisoteio não afeta o ritmo anual de crescimento, no entanto, altera a forma como ele ocorre, gerando um padrão distinto.

Era esperado que as colônias no infralitoral tivessem uma taxa de crescimento maior, uma vez que colônias do médio precisam alocar energia para evitar a dessecação através da produção de muco (Sebens 1982) e os períodos de maré baixa reduzem o tempo de alimentação da espécie. No entanto, as colônias de *P. caribaeorum* tiveram taxas de crescimento similares nos dois ambientes, demonstrando que a espécie está bem adaptada a ambos. De fato, *P. caribaeorum* pode entrar em estado de dormência sem se alimentar e mantendo a colônia recoberta por muco (Acosta et al. 2005). Além disso, a espécie é bem adaptada à sedimentação comum no infralitoral uma vez que pode incorporar partículas de sedimentos finos nos seus tecidos, em uma proporção de até 65% (Haywick and Mueller 1997).

Em todas as condições analisadas, as taxas de crescimento de *P. caribaeorum* mostraram grande variabilidade, evidenciada pelos valores elevados de desvio padrão. É

possível que fatores não avaliados neste estudo como competição interespecífica, disponibilidade de alimento, incidência de predação entre outros, contribuam para esta variação (Ayling 1983, Hughes and Jackson 1985, Turon and Becerro 1992).

A taxa de crescimento de *P. caribaeorum* foi diferente ao longo dos meses, tendo sido mais elevada no primeiro mês, similar aos registros de Bastidas and Bone (1996) e Rabelo et al. (2013) que registraram taxas de crescimento mais elevada logo após uma injúria.

A cobertura de *P. caribaeorum* registrada em Pernambuco foi similar a de outras localidades como Florida Keys (18,6-19%, Mueller and Haywick 1995), Ilhas Virgens (10,2-16,6%, Suchanek and Green 1981) e Colômbia (16,7-19%; Gleibs 1994). E similar a outros recifes brasileiros do nordeste (Barradas et al. 2010; Francini-Filho et al. 2013) e nos costões rochosos do sudeste do Brasil (Castro et al. 1999; Oigman-Pszczol et al. 2004). As diferenças encontradas entre os locais e os períodos demonstram o grande dinamismo da espécie que deve alternar períodos de crescimento e mortalidade ou ainda, com ambos os processos ocorrendo na mesma colônia (observação pessoal). Isto pode ser interpretado como uma contínua busca por microhabitats favoráveis ao crescimento (Garrabou 1999). Hughes and Jackson (1980) ao estudar o crescimento do coral *Agaricia agaricites* perceberam que o padrão de mortalidade está relacionado ao tamanho das colônias. As colônias menores morreram completamente ou ficaram ilesas enquanto que colônias maiores tiveram morte parcial que podia resultar na formação de duas ou mais colônias por fissão. Este processo parece ser bem comum em *P. caribaeorum* (Acosta et al. 2005) e poderia explicar a maior cobertura da espécie no recife não visitado onde as colônias são maiores (observação pessoal). O tamanho das colônias pode influenciar tanto a taxa de mortalidade (Tanner 1999) quanto de crescimento (Bastidas and Bone 1996). O pisoteio claramente afeta esta dinâmica levando a uma cobertura inferior da espécie causada por

maior mortalidade, uma vez que não foi verificada diferença nas taxas de crescimento entre as áreas.

O presente estudo reforça a ideia de que *P. caribaeorum* é uma espécie fundamental na dinâmica de funcionamento dos recifes costeiros graças a seu rápido e contínuo crescimento além de ter estratégias competitivas como sobrecrescimento e presença de substâncias tóxicas (Bastidas and Bone 1996, Tubaro et al. 2011). Esta espécie aparece em diversas interações competitivas nos recifes de Pernambuco, em especial com macroalgas e com os zoantídeos *Protopalythoa variabilis* e *Zoanthus sociatus*, no entanto mantém sua abundância elevada.

7. Agradecimentos

Agradecemos a todos que ajudaram nas coletas de dados em Porto de Galinhas e Suape, aos jangadeiros, agentes ambientais de Porto e em especial aos integrantes do GPA (Grupo de Pesquisa em Antozoários) da Universidade Federal de Pernambuco e da Universidade Federal Rural de Pernambuco. À FACEPE – Fundação de Apoio a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela bolsa de Doutorado de J.F.Silva. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco-FACEPE (APQ-0796-2.05/10) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq (Edital/Chamada: Portugal - CNPq/FCT, 490642/2010-1 e Edital Universal Processo 480478/2008-2).

8. Referências

ACOSTA A AND ASBAHR M. 2000: Reproductive effort in *Palythoa caribaeorum.* In: Coral Reef Symposium, 8, Balboa. Proc of the 8th International Coral Reef Symposium, Balboa, p. 295.

ACOSTA A AND SAMMARCO PW. 2000. Modes of asexual reproduction in the zoanthid *Palythoa caribaeorum.* In: Coral Reef Symp, 9, Bali. Proceeding of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali, p. 144.

ACOSTA A, DUARTE LF AND SAMMARCO PW. 1998. The role of asexual reproduction in the population dynamics of *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria, Zoanthidea). In: XIII Marine Biology Symposium, São Sebastião, p. 8.

ACOSTA A, SAMMARCO PW AND DUARTE LF. 2001. Asexual reproduction in a zoanthid by fragmentation: the role of exogenous factors. B Mar Sci 68: 363-381.

ACOSTA A, SAMMARCO PW AND DUARTE LF. 2005. New fission processes in the zoanthid *Palythoa caribaeorum*: description and quantitative aspects. B Mar Sci 76: 1-26.

AYLING AL. 1983. Growth and regeneration rates in thinly encrusting Demospongiae from temperate waters. Biol Bull 165: 343-352.

BARRADAS JI, AMARAL FD, HERNÁNDEZ MIM, FLORES-MONTES M J AND STEINER AQ. 2010. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified hydroids. Rev Biotemas 23: 2.

BASTIDAS C AND BONE D. 1996. Competitive strategies between *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Anthozoa) at a Reef Flat environment in Venezuela**.** B Mar Sci 59: 543-555.

BIRKELAND C. 1997. Life and death of Coral Reefs, New York: Chapman and Hall.536p.

BRAZEAU DA AND LASKER HR. 1992. Growth rates and growth strategy in a clonal marine invertebrate, the Caribbean Octocoral *Briareum asbestinum*. Biol Bull 183: 269-277.

BROWN PJ AND TAYLOR RB. 1999. Effects of trampling by humans on animals inhabiting coralline algal turf in the rocky intertidal. J Exp Mar Biol Ecol 235: 45-53, 1999.

BUDDEMEIER RW AND KINZIE RA. 1976. Coral growth. Oceanogr. Mar Biol Ann Rev 14: 183-225.

BUDDEMEIER RW AND SMITH SV. 1988. Coral reef growth in an era of rapidly rising sea level: predictions and suggestions for long-term research. Coral Reefs 7:51.56.

CASTRO CB, ECHEVERRÍA CA, DE OLIVEIRA PD AND FONSECA CG. 1999. Distribuição do bentos (Cnidaria e Echinodermata) em costões rochosos da Baía de Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. Oecol Bras *7*: 8.

CONNELL JH. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs**.** Science 199: 1302-1310.

COOKE WJ. 1976. Reproduction, growth, and some tolerances of *Zoanthus pacificus* and P*alythoa vestitus* in Kaneohe Bay, Hawaii. In: MACKIE GO (ed.), Coelenterate ecology and behavior, New York, Plenum Press, USA, p. 281-288.

COSTA DL, GOMES PB, SANTOS AM, VALENÇA NS, VIEIRA NA AND PÉREZ C. D. 2011. Morphological plasticity in the reef zoanthid *Palythoa caribaeorum* as an adaptive strategy. Ann Zool Fenn 48: 349-358.

CRUZ ICS, KIKUCHI RKP, LONGO LL AND CREED JC. 2014. 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. doi: 10.1111/maec.12141.

DIGHT IJ AND SCHERL LM. 1997. The International Coral Reef Initiative (ICRI): Global priorities for the conservation and management of coral reefs and the need for partnerships. Coral Reefs 16: 139-147.

FADLALLAH YH, KARLSON RH AND SEBENS KP. 1984: A comparative study of sexual reproduction in three species of Panamanian zoanthids (Coelenterata: Anthozoa). Bull Mar Sci 35: 80-89.

FAUTIN DG. 1988. Anthozoan dominated benthic environments. In: Coral Reef Symposium, 6, Townsville. Proceeding of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, p. 231-236.

FLOETER SR, KROHLING W, GASPARINI JL, FERREIRA CEL AND ZALMON IR. 2007. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. Environ Biol Fish 78:147–160.

FRANCINI-FILHO RB AND MOURA RL. 2010. Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos bank, Eastern Brazil. Braz J Oceanogr 58:77-79.

FRANCINI-FILHO RB, CONI ECO, MEIRELLES PM, AMADO-FILHO GM, THOMPSON FL, PEREIRA-FILHO GH, BASTOS AC, ABRANTES DP, FERREIRA CM, GIBRAN FZ, GUTH AZ, SUMIDA PYG, OLIVEIRA NL, KAUFMAN L, MINTE-VERA, CM AND MOURA RL. 2013. Dynamics of coral reef benthic assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: Inferences on natural and anthropogenic drivers. PLoS One 8: e54260.

GARRABOU, J. 1999: Life-history traits of *Alcyonium acaule* and *Parazoanthus axinellae* (Cnidaria, Anthozoa),with emphasis on growth. Mar Ecol Prog Ser 178: 193-204.

GLEIBS S. 1994. Role of a toxic secondary metabolite in the ecology of the genus *Palythoa* (Anthozoa) a zoanthid of the Caribbean. Institut für Allgemeine und Spezielle Zoologie in the faculty of Biology, Diploma de thesis, Justus-Liebig-Universität Giessen, Germany. 107 p.

HAWKINS JP AND ROBERTS CM. 1994. The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and future effects on coral reefs. Ambio 23: 503-508.

HAYWICK DW AND MUELLER EM. 1997. Sediment retention in encrusting *Palythoa* spp.—a biological twist to a geological process. Coral Reefs 16: 39-46.

HILL T AND LEWICKI P. 2006. Statiscs: Methods and applications. A Comprehensive Reference for Science, Industry, and Data Mining, 1st ed., Oklahoma: Statsoft, 833 p.

HUGHES RN AND CANCINO JN. 1985. An ecological overview of cloning in metazoa. In: JACKSON JBC, BUSS LW AND COOK RE. (Eds), Population biology and evolution of clonal organisms, New Haven and London: Yale University Press, London, UK, p. 153-186.

HUGHES TP AND JACKSON JBC. 1980. Do corals lie about their age? Some demographic consequences of partial mortality, fission and fusion. Science 209: 713-715.

HUGHES TP AND JACKSON JBC. 1985. Population dynamics and life histories of foliaceous corals. Ecol Monogr 55: 141-166.

JACKSON JBC. 1977. Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. Am Nat 111: 743-768.

KARLSON RH. 1980. Alternative competitive strategies in a periodically disturbed habitat. B Mar Sci 30: 894-900.

KARLSON RH. 1983: Disturbance and monopolization of a spatial resource by *Zoanthus sociatus* (Coelenterata, Anthozoa). B Mar Sci 33: 118-131.

KARLSON RH. 1991. Fission and the dynamics of genets and ramets in clonal cnidarian populations. Hydrobiologia 216: 235-240.

LABOREL J. 1970. Madréporaries et hydrocoralliaries récifaux des cotes brésilienes. Systematique, écologie, répartition verticale et geographique. Résultats Scientifiques des Campagnes, “Calypso”. Paris 9: 17-229.

LIDDLE MJ AND KAY A M. 1987. Resistance, survival and recovery of trampled coral of the Great Barrier Reef. Biol Cons 42: 1-18.

LOYA Y. 1972. Community structure and species diversity of a hermatypic coral at Eilat, Red Sea. Mar Biol 13: 100-123.

LOYA Y. 1978. Plotless and transect methods. In: STODDART DR AND JOHANES RF (eds), Coral reefs : research methods, UNESCO: Monograph on Oceanographic Methodology Series, p.197-2171

MCFADDEN CS. 1986. Colony fission increases particle capture rates of a soft coral: Advantages of being a small colony. J Exp Mar Biol Ecol 103: 1-20.

MCCULLAGH P AND NELDER JA. 1989. Generalized Linear Models, 2nd ed., London: Chapman and Hall, 515p.

MEDEIROS C, MACEDO SJ, FEITOSA FAN AND KOENING ML. 1999. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of North-East Brazilian waters. Arch Fish Mar Res 47: 133-151.

MENDOÇA-NETO JP AND GAMA BAP. 2009. The native *Palythoa caribaeorum* overgrows on invasive species in the intertidal zone. Coral Reefs 28: 497.

MOBERG F AND FOLKE C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. Ecol Econ 29: 215- 233.

MUELLER E AND HAYWICK W. 1995. Sediment assimilation and calcification by the Western Atlantic reef Zoanthid, *Palythoa caribaeorum*.- - - Bull Inst Océanogr Monaco 14: 89-100.

NEIL D. 1990. Potential for coral stress due to sediment resuspension and deposition by reef walkers. Biol Cons 52:221-227.

OIGMAN-PSZCZOL SS, FIGUEIREDO MAO AND CREED JC. 2004. Distribution of benthic communities on the tropical rocky subtidal of Armação dos Búzios, Southeastern Brazil. Mar Ecol 25: 173–190.

OSBORNE PL. 2000. Tropical ecosystems and ecological concepts, New York: Cambridge University Press, 464 p.

PÉREZ CD, VILA-NOVA DA AND SANTOS AM. 2005. Associated community with the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing&Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) from litoral of Pernambuco, Brazil. Hydrobiologia 548: 207-215.

RABELO EF, SOARES MO AND MATTHEWS-CASCON H. 2013. Competitive interactions among zoanthids (Cnidaria: Zoanthidae) in an intertidal zone of northeastern Brazil. Braz. J. Oceanogr 61: 35-42.

RODGERS KS AND COX EF. The effect of trampling on Hawaiian corals along a gradient of human use. Biol Cons 112: 383-389.

RYLAND JS AND WARNER GF. 1986. Growth and form in modular animals: ideas on the size and arrangement of zooids. Philos Trans R Soc Lond B 313: 53-76.

SARMENTO VC, BARRETO AFS AND SANTOS PJP. 2011: The response of meiofauna to human trampling on coral reefs. Sci Mar 75: 559-570.

SEBENS KP. 1982. Intertidal distribution of zoanthids on the Caribbean coast of Panama: effects of predation and desiccation. B Mar Sci 32: 316-335.

STONER DS. 1989. Fragmentation: a mechanism for the stimulation of genet growth rates in an encrusting colonial ascidian. Bull Mar Sci 45: 277-287.

SUCHANEK TH AND GREEN DJ. 1981. Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix reefs, U.S. Virgin Islands. In: Coral Reef Symposium, 4, Manila. Proceeding of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila, p. 679-684.

TANNER JE. 1999. The Effects of Density on the Zoanthid *Palythoa caesia* . J Anim Ecol 66: 793-810.

TUBARO A, DURANDO P, DEL FAVERO G, ANSALDI F, ICARDI G, DEEDS JR AND SOSA S. 2011. Case definitions for human poisonings postulated to palytoxins exposure. Toxicon 57: 478-495.

TURON X AND BECERRO MA. 1992. Growth and survival of several ascidian species from the northwestern Mediterranean. Mar Ecol Prog Ser 82: 235-247.

Figuras e tabelas

Fig 1: Localização das Praias de Suape e de Porto de Galinhas na costa de Pernambuco, Brasil (modificado de Pérez *et al*. 2005).

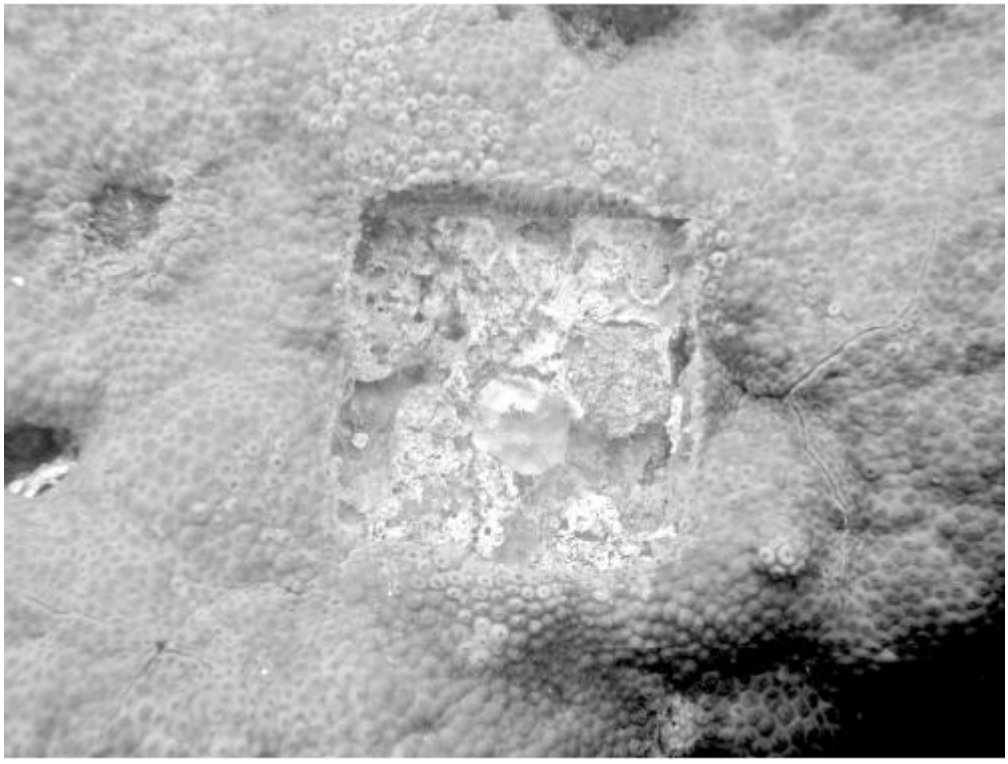

Fig 2: Quadrado de 100 cm² retirado da colônia de *Palythoa caribaeroum* para acompanhamento do crescimento em Porto de Galinhas, Brasil.

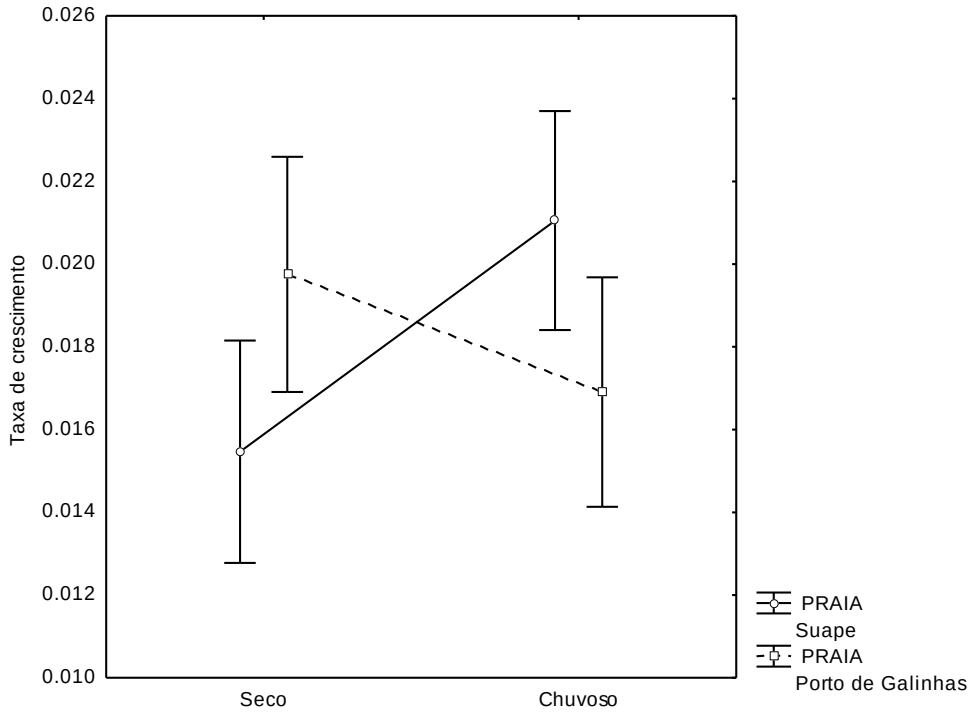

Fig 3: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* no mediolitoral entre as praias de Suape e Porto de Galinhas nos períodos seco e chuvoso durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados estão apresentados como média ± EP.

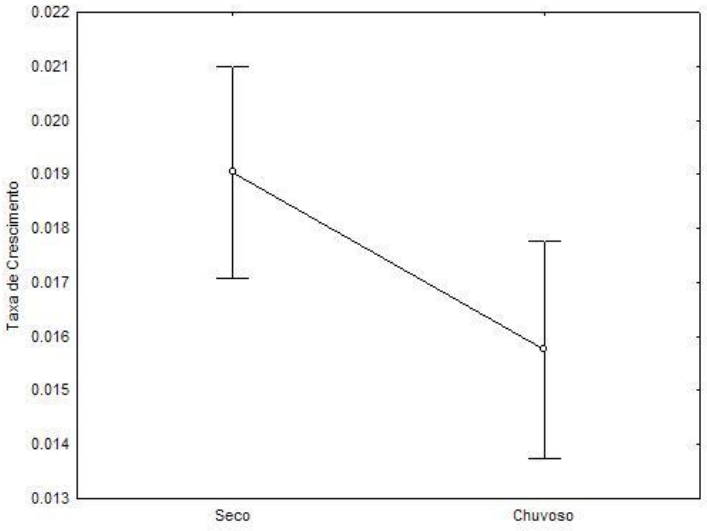

Fig 4: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* entre os períodos seco e chuvoso em Porto de Galinhas no infralitoral e no mediolitoral, durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados estão apresentados como média ± EP.

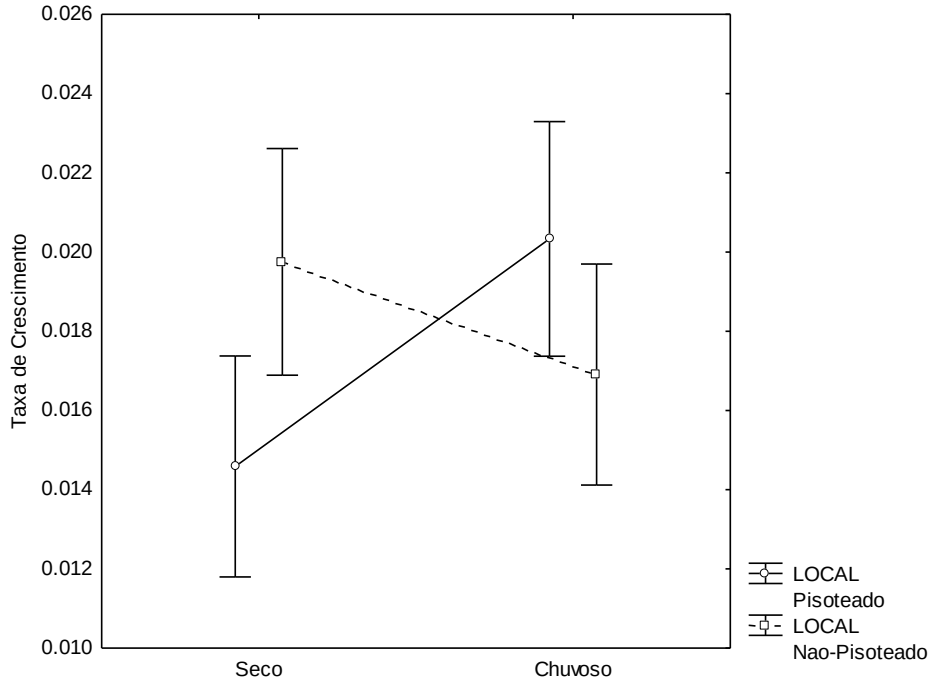

Fig 5: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* entre os recifes visitado e não visitado em Porto de Galinhas nos períodos seco e chuvoso durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados estão apresentados como média ± EP.

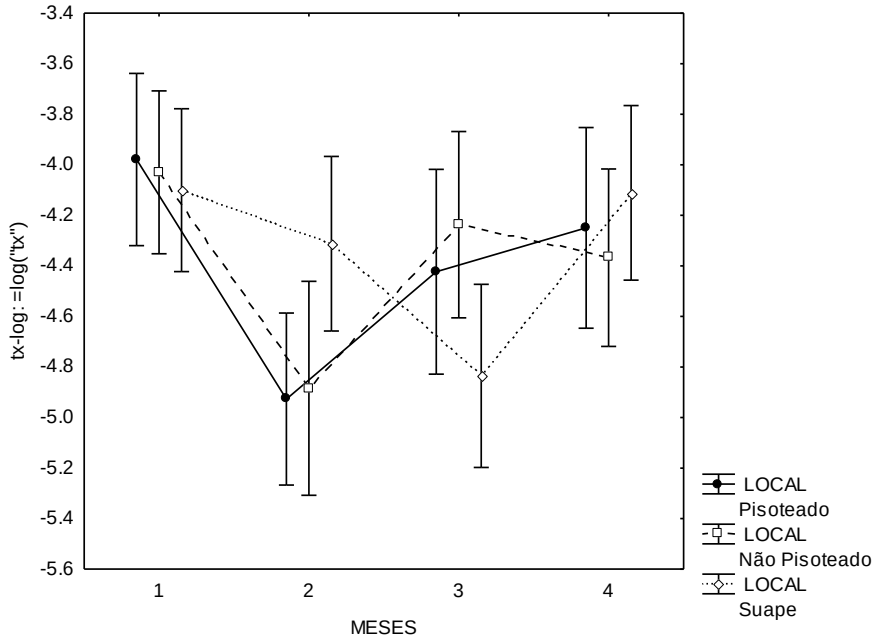

Fig 6: Comparação das taxas de crescimento de *Palythoa caribaeorum* entre os meses nos recifes pisoteado e não pisoteado em Porto de Galinhas e em Suape durante dezembro de 2010 a novembro de 2011. Dados foram transformados em Log +10.

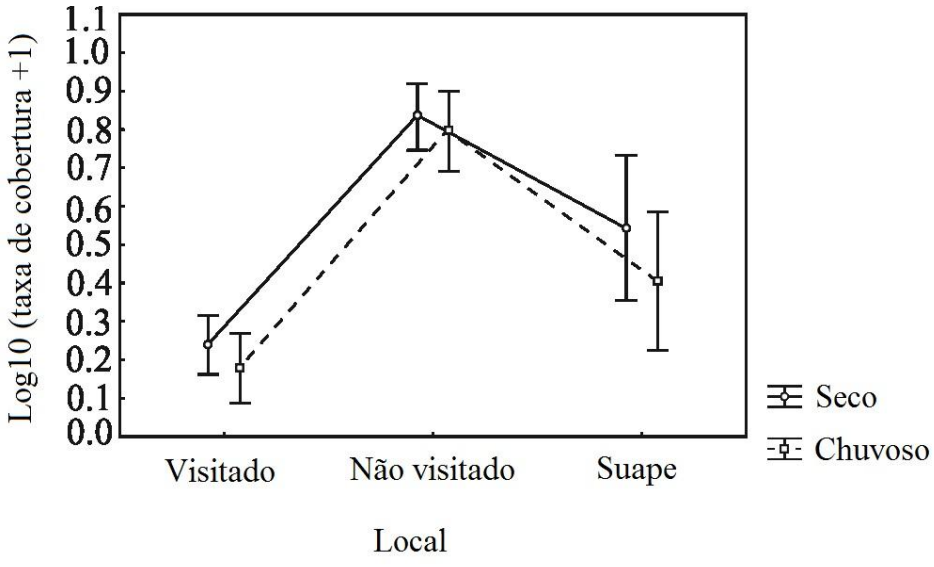

Fig 7: Cobertura de *Palythoa caribaeorum* nos recifes visitado e não visitado de Porto de Galinhas e em Suape, nos períodos seco e chuvoso.

Tabela 1: Número de amostragens (N), médias e desvios padrão (X ± DP) das taxas de crescimento (cm.dia^{-1}) de *Palythoa caribaeorum* nos recifes de Porto de Galinhas e em Suape nos períodos seco e chuvoso.

	Seco		Chuvoso	
Local	X ± SD	N	X ± SD	N
Porto de Galinhas visitado	0,015 ± 0,010	62	0,020 ± 0,013	55
Porto de Galinhas não visitado	0,020 ± 0,012	59	0,017 ± 0,001	62
Porto de Galinhas infralitoral	0,018 ± 0,010	49	0,015 ± 0,008	43
Suape	0,015 ± 0,010	66	0,021 ± 0,011	68

Tabela 2: Modelo GLM resultante de cada uma das 3 variáveis dependentes (Praia, local e período) sobre a taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum*. Resultados significativos em negrito.

Porto de Galinhas não visitado x Suape e períodos	Grau de liberdade	SS	MS	*F*	p
PRAIA	1	0.000000	0.000000	0.0025	0.960020
PERÍODO	1	0.000119	0.000119	0.9720	0.325132
PRAIA*PERÍODO	1	0.001130	0.001130	**9.1925**	**0.002685**
Erro	251	0.030845	0.000123		
Total	254	0.032135			
Porto de Galinhas Mediolitoral x Infralitoral e períodos	Grau de liberdade	SS	MS	*F*	p
LOCAL	1	0.000181	0.000181	1.7141	0.191896
PERÍODO	1	0.000561	0.000561	5.3057	**0.022239**
LOCAL*PERÍODO	1	0.000010	0.000010	0.0941	0.759373
Erro	209	0.022116	0.000106		
Total	212	0.022830			
Porto de Galinhas visitado x não visitado e períodos	Grau de liberdade	SS	MS	*F*	p
LOCAL	1	0.000045	0.000045	0.3611	0.548455
PERIODO	1	0.000125	0.000125	1.0049	0.317167
LOCAL*PERIODO	1	0.001095	0.001095	**8.8112**	**0.003305**
Erro	234	0.029088	0.000124		
Total	237	0.030355			
Porto de Galinhas visitado x não visitado x	Grau de liberdade	SS	MS	F	p

Suape mês a mês

LOCAL	2	0.202	0.101	0.099	0.905687
MÊS	3	24.580	8.193	**8.040**	**0.000034**
LOCAL*PERIODO	6	13.995	2.332	**2.289**	**0.035075**
Erro	360	366.890	1.019		
Total	371	405.191			

NORMAS DO PERIÓDICO - ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS PARA SUBMISSÃO.

Aim and editorial policy

All submitted manuscripts should contain original **research** not previously published and not under consideration for publication elsewhere. The primary criterion for acceptance is scientific quality. Papers should avoid excessive use of abbreviations or jargon, and should be intelligible to as wide an audience as possible. Particular attention should be paid to the Abstract, Introduction, and Discussion sections, which should clearly draw attention to the novelty and significance of the data reported. Failure to do this may result in delays in publication or rejection of the paper.

Texts can be published as a review, a full paper (article) or as a short communication. Issues appear in March, June, September and December.

TYPES OF PAPERS

Reviews. Reviews are published by invitation only. However, a proposal for a Review may be submitted in the form of a brief letter to the Editor at any time. The letter should state the topics and authors of the proposed review, and should state why the topic is of particular interest to the field.

Articles. Whenever possible the articles should be subdivided into the following parts: 1. **Front Page**; 2. Abstract (written on a separate page, 200 words or less, no abbreviations); 3. Introduction; 4. Materials and Methods; 5. Results; 6. Discussion; 7. Acknowledgments, if applicable; 8. Resumo and Palavras-chave (in Portuguese - assistance will be provided to foreign authors); 9. References. Articles from some areas such as Mathematical Sciences should follow their usual format. In some cases it may be advisable to omit part (4) and to merge parts (5) and (6). Whenever applicable, the Materials and Methods section should indicate the Ethics Committee that evaluated the procedures for **human studies** or the norms followed for the maintenance and experimental treatments of animals.

Short communications. Short communications aim to **report on research** which has progressed to the stage when it is considered that results should be divulged rapidly to other workers in the field. A short communication should also have an Abstract (100 words or less) and should not exceed 1,500 words. Tables and Figures may be included but the text length should be proportionally reduced. Manuscripts submitted as articles but found to fit these specifications will be published as short communications upon the author's agreement.

Preparation of manuscripts

All parts of the manuscript should be double-spaced throughout. After acceptance, no changes will be made in the manuscript so that proofs require only correction of typographical errors.

The authors should send their manuscript in **electronic version** only.

Length of manuscript. While papers may be of any length required for the concise presentation and discussion of the data, succinct and carefully prepared papers are favored both in terms of impact as well as in readability.

Tables and Illustrations. Only high-quality illustrations will be accepted. All illustrations will be considered figures including drawings, graphs, maps, photographs as well as tables with **more** than 12 columns or more than 24 lines (**maximum of 5 figures free of charge**). Their tentative placement in the text should be indicated. Only high-quality illustrations will be accepted.

Digitalized figures. Figures should be sent according to the following specifications: 1. Drawings and illustrations should be in format .PS/.EPS or .CDR (PostScript or Corel Draw) and never be inserted in text; 2. Images or figures in grayscale should be in format .TIF and never be inserted in text; 3. Each figure should be saved in a separate file; 4. Figures should, in principle, be submitted at the size they are to appear in the journal, i.e., 8 cm (one column) or 16.2 cm (two columns) wide, with maximal height for each **figure and respective legend smaller than or equal to 22 cm**. The legends to the figures should be sent double-spaced on a separate page. Each linear dimension of the smallest characters and symbols should not be less than 2 mm after reduction. Only black and white figures will be accepted; 5. Manuscripts on Mathematics, Physics or Chemistry may be typesetted in TEX, AMS-TEX or LaTEX; 6. Manuscripts without mathematical formulae may be sent in .RTF or **WORD for Windows**.

Front page. The front page of the manuscript should present the following items: 1. Title of the article (the title should be short, specific, and informative); 2. Full name(s) of the author(s); 3. Professional address of each author; 4. Key words (four to six in alphabetical order); 5. Running title (up to 50 characters); 6. **Academy** Section to which the content of the work belongs; 7. Name, address, fax number, phone number and e-mail address of the author to whom all correspondence, and proofs should be provided.

Acknowledgments. These should be included at the end of the text. Personal acknowledgments should precede those of institutions or agencies. Footnotes should be avoided; when necessary they must be numbered. Acknowledgments to **grants and scholarships**, and of indebtedness to colleagues as well as mention to the origin of an article (e.g. thesis) should be added to the Acknowledgments section.

Abbreviations. These should be defined at their first occurrence in the text, except for official, standard abbreviations. Units and their symbols should conform to those approved by the ABNT or by the Bureau International des Poids et Mesures (SI).

References. Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press may be included. Personal communications (Smith, personal communication) must be authorized in writing by those involved. References to thesis, meeting abstracts (not published in indexed journals) and manuscripts in preparation or submitted, but not yet accepted, should be cited in the text as (Smith et al. unpublished data) and should NOT be included in the list of references.

The references should be cited in the text as, for example, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) or, for three or more authors, (Smith et al. 2006). Two or more papers by the same author(s) in the same year should be distinguished by letters, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Letters should also distinguish papers by three or more authors with identical first author and year of publication.

References should be listed according to the alphabetical order of the first author, always in the order SURNAME XY in which X and Y are initials. If there are more than ten authors, use et al. after the first author. References must contain the title of the article. Names of the journals should be abbreviated. For the correct abbreviations, refer to lists of the major databases in which the journal is indexed or consult the World List of Scientific Periodicals. The abbreviation to be used for the Anais da Academia Brasileira de Ciências is An Acad Bras Cienc. The following examples are to be considered as guidelines for the References.

Articles

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. Adv Pain Res Ther 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. An Acad Bras Cienc 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. Biochem J 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus Theriosynoecum Branson, 1936 and validity of related Genera. An Acad Bras Cienc 56: 207-215.

Books and book chapters

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker´s Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Other publications

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxa, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 1985, 55 p. Preprint no. 600.

CAPÍTULO II: Engloba o tema variação morfológica de zoantídeos e foi dividido em dois subcapítulos: o primeiro trata da microanatomia de Palythoa caribaeorum e o segundo discute a morfometria de Palythoa caribaeorum e Zoanthus sociatus, ambos sobre o aspecto do impacto direto ou indireto do pisoteio sobre as colônias das espécies em recifes de Porto de Galinhas.

SUBCAPÍTULO I

Microanatomia dos pólipos do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) em populações com diferentes condições ambientais e impacto antrópico.

Introdução

Zoantídeos estão entre os mais comuns antozoários dos oceanos subtropicais e tropicais de águas rasas (HIBINO *et al*. 2014). O sucesso ocupacional deve-se a estratégias competitivas e rápido crescimento (SUCHANEK & GREEN, 1981; Bastidas & Bone 1996), até mesmo em situações adversas como alta sedimentação (CASTRO *et al.* 2012).

Representantes da ordem Zoanthidea, assim como a maioria dos antozoários, são estruturalmente muito simples. Os pólipos são clonais e apresentam dois ciclos de tentáculos ao redor do disco oral (DALY *et al.* 2007). A cavidade gatrovascular é cercada por uma parede corpórea que consiste em uma epiderme externa (ectodérmica) e uma gastroderme interna (endodérmica), com uma mesogléia intermediaria. Os elementos internos mais destacados são a faringe, sifonoglife e mesentérios (KRISHNA & GOPHANE, 2013).

A Subordem Brachycnemina é composta por 3 famílias: Sphenopidae, Neozoanthidae e Zoanthidae. São caracterizadas pela presença de um esfíncter mesodermal e se diferenciam pelo nível de incrustação de sedimento nos tecidos, sendo a Família Sphenopidae a que detém os maiores níveis de incrustação, a Neozoanthidae só na camada mesogleal mais externa e a Zoanthidae não incorpora sedimento nos tecidos (REIMER *et al.* 2011).

Zoantídeos do gênero *Palythoa* Lamouroux, 1816 são os que melhor representam a família Sphenopidae e assimilam detritos e areia na ectoderme e mesogléia até 45% do peso corporal (HAYWICK & MUELLER, 1997). Trata-se de uma alternativa não seletiva que garante sustentação ao pólipo dada a ausência de esqueleto (HAYWICK & MUELLER, 1997).

A identificação dos zoantídeos é um desafio para os taxonomistas. A classificação tradicional tem sido focada basicamente em caracteres morfológicos externos tais como forma do corpo, diâmetro do disco oral e número de tentáculos (RYLAND & LANCASTER, 2003). Internamente avalia-se o tipo e distribuição de nematocistos (RYLAND & LANCASTER, 2004) e mesentérios (HERBERTS, 1987). A definição de novas espécies baseada na simplicidade dos caracteres está superestimada segundo Reimer *et al* (2006). Variações intraespecíficas são frequentes, dada a capacidade de resposta e adaptação ao ambiente em que se encontram, estratégia conhecida como plasticidade fenotípica (COSTA *et al*. 2011; ONG *et al*. 2013). Como consequência, os pesquisadores passaram a unir o conhecimento da morfologia a técnicas moleculares para reavaliar a taxomia do grupo (BURNETT et *al*. 1997; REIMER *et al*. 2007; REIMER & FUJII, 2010; REIMER *et al.* 2011; REIMER *et al*. 2012; HIBINO *et al*. 2013)

Estudo dos caracteres internos através da histologia é uma ferramenta complementar para identificação de cnidários mas torna-se um problema para certos zoantídeos devido a dificuldade na retirada dos detritos assimilados no tecido. Reimer *et al*. 2010 testaram diferentes protocolos para retirada de detritos e obtenção de sucesso na histologia em *Parazoanthus* sp. G1, *Parazoanthus* sp. G3 e *Palythoa mutuki*. Resultados entre as espécies variaram pelo tamanho do pólipo e nível de incrustação, dentro de cada tratamento.

O conhecimento aprofundando da microanatomia interna dos pólipos permite estudos de histopatologia, capazes de relacionar possíveis prejuízos a microestruturas do tecido com estressores antropogênicos ou naturais como aumento da sedimentação (PETERS & PILSON, 1985; VARGAS-ÁNGEL *et al*. 2007), exposição a cianeto (CERVINO *et al.* 2013) e baixa salinidade (DOWNS *et al*. 2009) em corais; pesticidas e metais pesados em corais e octocorais (GLYNN *et al*. 1989); descarte de dragagens em

ceriantários (PETERS & YEVICH, 1989); aumento da concentração de cobre em *Zoanthus robustus* (GRANT *et al.* 2010). No entanto, como as incrustações de sedimento comuns na Família Sphenopidae dificultam o procedimento histológico, não tem sido realizados estudos desta natureza em representantes desta família.

O primeiro objetivo do presente trabalho é otimizar a metodologia histológica para estudos microanatômicos em zoantídeos, principalmente os da família Sphenopidae que mais incorporam sedimento nos seus tecidos. Objetiva-se ainda analisar e comparar estruturas microanatômicas internas de pólipos de *Palythoa caribaeorum* submetidos a diferentes condições ambientais (mediolitoral e infralitoral) e pressões antrópicas (recife visitado por turistas e recife não visitado). É possível que respostas adaptativas em nível microanatômico contribuam, juntamente com características de crescimento e habilidade competitiva, para a elevada abundância desta espécie em recifes do Nordeste brasileiro.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido nos *beachrocks* costeiros localizados na praia de Porto de Galinhas, litoral Sul do estado de Pernambuco, Brasil (8°30’20”S x 35°00’34”W) (Fig. 1). Esta praia é considerada uma das mais visitadas do país, devido a suas águas mornas e transparentes, e ao acesso fácil aos recifes por meio de jangadas ou a nado. Um canal de aproximadamente 8 metros de profundidade divide a linha de recifes de quase 900 metros de comprimento em dois grandes blocos. As piscinas naturais que servem de maior atrativo aos turistas concentram-se na porção sul do recife (recife visitado) e atrelado ao fácil acesso chega a receber em média 5000 turistas ao mês, segundo dados da Secretaria do Meio Ambiente do município de Ipojuca do ano de 2011. As visitas, na grande maioria,

são feitas durante a maré baixa, resultando no pisoteio sobre os recifes. A porção mais ao norte apresenta grande irregularidade na plataforma recifal fazendo com que as pessoas evitem visitar o local (recife não visitado).

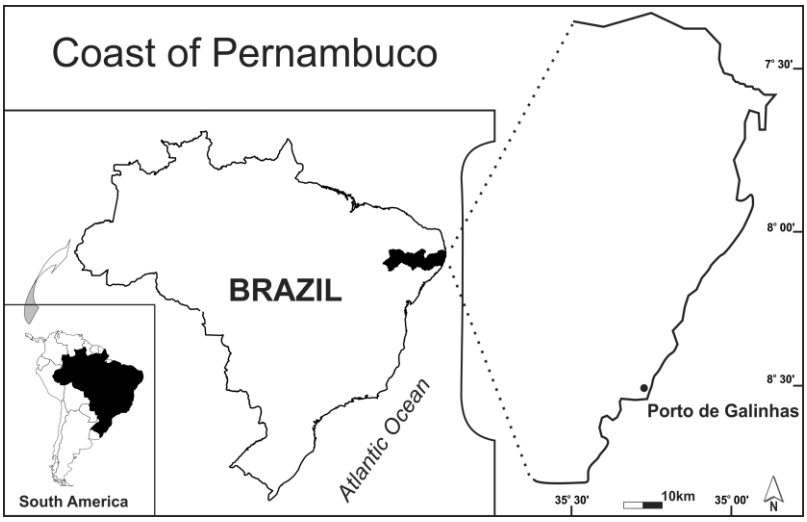

Fig 1: Localização da praia de Porto de Galinhas na costa de Pernambuco, Brasil. (modificado de PÉREZ *et al*. 2005).

Coleta dos dados

Foram coletadas amostras (10 cm x 10 cm) de 10 colônias de *Palythoa caribaeorum* na região mediolitoral, durante a maré baixa, nos recifes visitado (cinco amostras), não visitado (cinco amostras) e no infralitoral (mais cinco amostras) da praia de Porto de Galinhas em setembro de 2012. As amostras foram retiradas com a ajuda de uma espátula e posteriormente fixadas em formalina a 4%.

Histologia

Dez pólipos de cada amostra coletada foram utilizados e um pedaço do disco oral foi retirado para padronizar a altura do corte no micrótomo. As amostras foram

descalcificadas em solução de EDTA a 5% em solução salina (5 g de EDTA em 100 ml de solução salina) por 48 horas e banhadas em água destilada por 5 horas, trocando a água de hora em hora. Em seguida permaneceram por mais 24 horas em ácido fluorídrico a 15% para retirada da sílica e deixados "overnight" em água destilada. Pólipos foram então desidratados em concentrações crescentes de álcool 80%, 90%, 100% I e II por 45 minutos cada e diafanizafos em xilol (2 banhos de 30 minutos cada). Em seguida, os pólipos foram embebidos em parafina em estufa a 60ºC (2 banhos de 30 minutos cada), depois orientados longitudinalmente e emblocados para microanatomia. Os cortes no micrótomo foram transversais a 6 µm. As lâminas foram coradas em hematoxilina-eosina e analisadas ao microscópio Zeiss AxioImager M.2 AX10 e a partir do software AxioVision 4.8.2 foram medidos o diâmetro maior da abertura da faringe, comprimento dos mesentérios desde a coluna até a faringe (tomando como referência o par de mesentérios ligado ao sifonoglife) e a menor largura da mesogléia entre dois pólipos (Fig. 2).

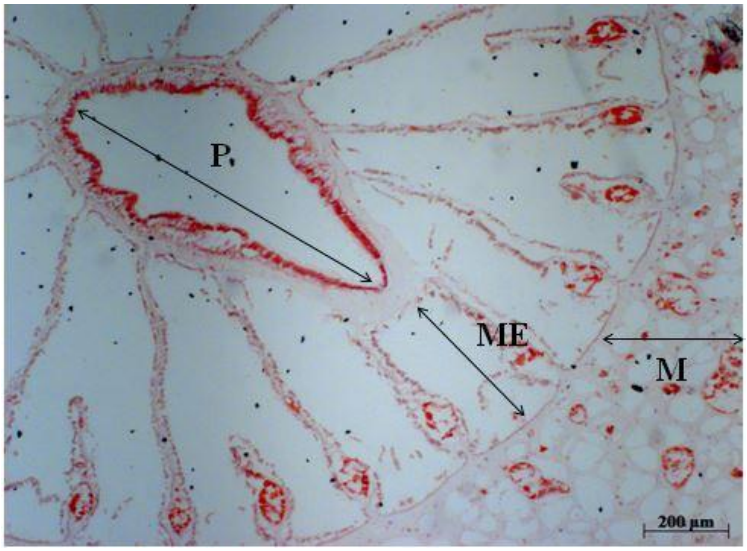

Fig 2: Corte transversal de *Palythoa caribaeorum* demonstrando as estruturas utilizadas para análise. P – Diâmetro da faringe, ME – Comprimento do mesentério, M – Espessura da mesogléia.

Análise estatística

Para testar a hipótese de que existem diferenças nas medidas microanatômicas dos pólipos de *P. caribaeorum* nos recifes de Porto de Galinhas nas situações: a) Recife visitado e não visitado e b) mediolitoral e infralitoral, foi utilizado o teste T de Student (ZAR, 1999) e a normalidade (Kolgomorov-Smirnov) e homocedasticidade (Levene) foram testadas previamente. Utilizou-se para todos os testes citados o programa Statistica 7.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA) com nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Resultados

Para definir a metodologia a ser empregada no processamento histológico de *Palythoa caribaeorum* nesse artigo, que garantisse a integridade das estruturas internas e o cumprimento dos objetivos propostos, foram feitos testes pilotos para delimitar um período de exposição e de concentração ideal do ácido fluorídrico. Como resultado, foi determinado um tempo de 24 horas a uma concentração de 15% e um número de 30 lâminas de boa qualidade foi selecionado para cada situação do estudo.

A comparação entre os pólipos de *P. caribaeorum* entre os recifes visitado e não visitado só revelou diferença significativa para a largura da mesogléia ($p<0,000001$), tendo os pólipos do recife visitado mesogléia mais espessa (Tabela 1; Fig 3A). O comprimento do mesentério e diâmetro da faringe não diferiram entre as situações.

Foram encontradas diferenças significativas entre os pólipos dos recifes do mediolitoral e do infralitoral para todos os caracteres analisados. O diâmetro da faringe ($p<0,005224$) e a largura da mesogléia ($p<0,000103$) foram maiores no mediolitoral

(Tabela 1; Fig. 3B) e o comprimento do mesentério maior nos pólipos do infralitoral ($p<0,0000001$; Tabela 1).

Tabela 1: Medidas das estruturas anatômicas internas dos pólipos de *Palythoa caribaeorum* de Porto de Galinhas, Brasil. Média (X) ± desvio padrão (SD) em micrômetros (µm).

	Mediolitoral não visitado	Mediolitoral visitado	Infralitoral
Medidas	X ± SD	X ± SD	X ± SD
Diâmetro da faringe	1098,090 ± 369,500	1028,757 ± 392,174	872,631 ± 272,108
Comprimento do mesentério	466,187 ± 245,775	428,727 ± 227,545	778,015 ± 399,639
Espessura da mesogléia	267,060 ± 76,848	425,041 ± 152,973	172,104 ± 59,015

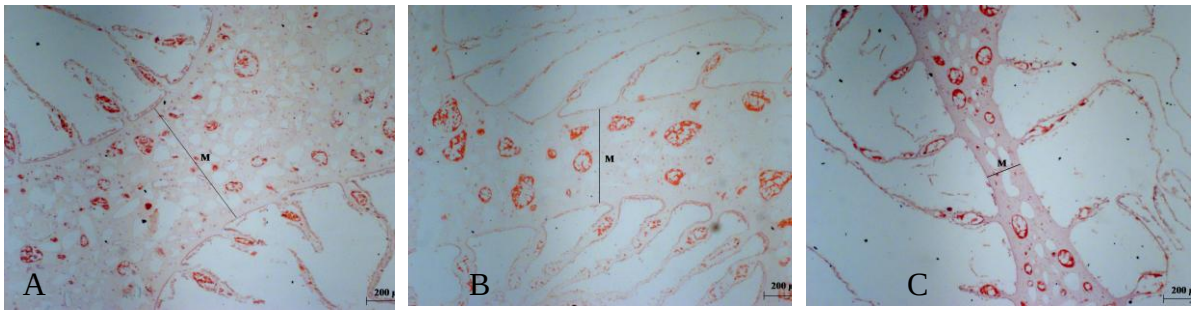

Fig 3: Espessura da mesogléia (M) entre os pólipos de *Palythoa caribaeorum* coletados em A – Recife visitado, B – Recife não visitado, C – Infralitoral da praia de Porto de Galinhas, Brasil.

Discussão

A utilização de cortes histológicos de representantes da Família Sphenopidae para análises de variação microanatômica é limitante devido à quantidade de detritos nos

tecidos. Em estudos de biologia reprodutiva, onde não é necessária a integridade total das estruturas internas, essa técnica é bem utilizada (KIMURA *et al.* 1972; RYLAND & BABCOCK, 1991; BOSCOLO & SILVEIRA, 2005). Baseado no que foi proposto por Reimer *et al*. (2010), foi retirado uma parte do disco oral que serviu como padronização da altura do corte no micrótomo para alcance das estruturas desejadas e ao mesmo tempo proporcionou a liberação de bolhas presentes na cavidade gástrica, originadas do processo da dessilificação. Os pólipos de *Palythoa mutuki* submetidos ao tratamento com ácido fluorídrico tamponado (10% NH4F e 12,5% HF) por 24 e 48 horas tiveram os mesentérios mais preservados (REIMER *et al*. 2010). Em nosso estudo o tratamento utilizado como melhor escolha foi o ácido fluorídrico não tamponado a 15% por 24horas.

Estudos relacionando variações morfológicas externas em resposta a alterações ambientais são reportadas muitas vezes a corais escleractíneos, onde a profundidade (AMARAL, 1994), taxa de sedimentação (AMARAL & RAMOS, 2007; PADILLA-GAMIÑO *et al*. 2012), ação das ondas (BRUNO & EDMUNDS, 1997), intensidade de luz (TODD *et al*. 2004) e gradiente de latitude (CHEN *et al*. 2011) são alguns dos fatores que podem causar essas variações. Em *Palythoa caribaeroum*, Costa *et al.* (2011) observaram que em populações mais próximas as mudanças ocasionadas pela construção do complexo portuário de Suape os pólipos apresentaram alterações na morfologia. Ong *et al*. (2013) estudaram o grau de variação de dois zoantídeos, o *Zoanthus sansibaricus* e *Palythoa tuberculosa* submetidos a diferentes regimes de luminosidade e encontraram pólipos com maiores dimensões no tratamento com sombra e *P. tuberculosa* mostrou-se mais plástico.

Os pólipos de *P. caribaeorum* coletados no recife de mediolitoral em Porto de Galinhas quando comparados com os do infralitoral apresentaram variações em nível da microanatomia em todos os caracteres analisados, como diâmetro da faringe e espessura da mesogléia maiores e comprimento menor dos mesentérios. Durante o processamento

histológico percebeu-se uma menor incrustação de sedimentos nos pólipos do infralitoral devido a maior facilidade na preparação do pólipo para histologia, no corte ao micrótomo e na menor quantidade de lacunas deixadas pela antiga presença de material incrustante. Possivelmente os indivíduos do infralitoral incorporem menos sedimento já que não necessitam de um suporte rígido contrariamente aos do mediolitoral que ficam expostos durante a maré baixa. Grant *et al*. (2010) perceberam que em *Zoanthus sociatus*, os pólipos submetidos a concentrações de cobre perdiam a flexibilidade em relação aos controles devido ao aumento da síntese do colágeno nos tecidos, como consequência a mesogléia tornou-se cinco vezes mais grossa, os mesentérios sete vezes mais robustos e a abertura da faringe diminuiu, reduzindo o fluxo de água dentro da cavidade gastrovascular. A maior incrustação percebida nos pólipos do recife do mediolitoral em comparação aos do infralitoral pode provocar uma perda da flexibilidade dos pólipos também e aumento na espessura da mesogléia. A maior abertura da faringe refletiu na diminuição do comprimento dos mesentérios uma vez que estão conectados. Em contrapartida, na comparação entre o recife visitado e o não visitado a única medida que houve alteração foi a espessura da mesogléia, dessa vez maior no recife visitado.

Danos causados aos recifes por visitantes estão cada vez mais sendo discutidos (SEEMANN *et al*. 2014), pois prejudicam o bentos e a plataforma recifal (KAY & LIDDLE, 1989; BROSNAN & CRUMRINE, 1994; SARMENTO & SANTOS, 2011; BARRADAS *et al.* 2012). Em especial o pisoteio, atividades de mergulho e ancoragem promovem quebra (HAWKINS & ROBERTS, 1993; EPSTEIN *et al*. 1999; RODGERS & COX, 2003; HANNAK *et al.* 2011) e redução dos corais (RODGERS & COX, 2003; LIU et *al.* 2012*)*, deslocamento de bivalves e cracas (BROSNAN & CRUMRINE, 1994), alterações na meiofauna (SARMENTO & SANTOS, 2011) e diminuição da cobertura algálica (BROWN & TAYLOR, 1999).

No recife visitado de Porto de Galinhas, na baixa estação e durante observações de 10 minutos durante a maré baixa, chegou-se a registrar 205 pessoas no local e nos arredores do recife (SILVA obs. pessoal). Ao mês, 1.200 pessoas praticam mergulho com cilindro e muitos outros praticam mergulho autônomo (BARRADAS *et al.* 2012). Já foi constatado que atividades de mergulho e as embarcações que ancoram nas proximidades dos recifes promovem a ressuspensão do sedimento (HANNAK *et al.* 2011). A maior espessura da mesogléia dos pólipos coletados nessa área poderia ser uma resposta a grande quantidade de turistas caminhando sobre os recifes, resultando em maior resistência dos pólipos para evitar o sufocamento pelo aumento da sedimentação no local.

Na ausência de uma esqueleto rígido, a mesogléia, juntamente com o esqueleto hidrostático garantem a sustentação dos pólipos e promovem resistência aos mesmos. Por esta razão, anêmonas de profundidade da espécie *Paraphelliactis pabista*, coletadas em altas pressões a 2.000 metros, possuem mesogléia mais espessa (Fautin, 1982) e corais arborescentes que crescem em áreas pisoteadas formam ramos mais grossos e, portanto, mais resistentes à quebra (HAWKINS & ROBERTS, 1993). Em *P. caribaeorum*, além da mesogleia, a incorporação de sedimentos na parede corporal também contribui para a sustentação e resistência dos pólipos e por isso, pode ser afetado pelas condições do meio. Isto poderia explicar porque os pólipos de *P. caribaeorum* na área visitada por turistas teve uma mesogléia mais espessa.

Pólipos de *P. caribaeorum* coletados sob influência de dragagens do Porto de Suape com alta taxa de sedimentação mostraram-se com diâmetro do disco oral e comprimento maiores, em relação a outras localidades (COSTA *et al.* 2011). Reimer *et. al*. (2010) também atribuíram a maior espessura da mesogléia como consequência da maior assimilação de sedimentos em *Palythoa mutuki*, na comparação com zoantídeos da família Parazoanthidae. As variações em nível microanatômico encontradas em *Palythoa*

caribaeorum reforçam os dados existentes de plasticidade na morfologia externa segundo as condições do meio já registradas na espécie (COSTA *et al.* 2011) confirmando a grande capacidade de adaptação da espécie ao ambiente, o que contribui para o sucesso da espécie no ambiente, garantindo sua elevada cobertura nos recifes onde ocorre.

Referências

AMARAL, F. D. Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* in Brazil. **Coral Reefs**, v. 13, n. 1, p.113-117, 1994.

AMARAL, F. D.; RAMOS, C. A. C. Skeletal variability of the coral *Favia gravida* (Verrill, 1868) from Brazil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 245-251, 2007.

BARRADAS, J. I. et al. Tourism impact on reef flats in Porto de Galinhas beach, Pernambuco, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 45, n. 2, p. 81 – 88, 2012.

BASTIDAS, C.; BONE, D. Competitive strategies between *Palythoa Caribaeorum* and *Zoanthus Sociatus* (Cnidaria: Anthozoa) at a Reef Flat environment in Venezuela**.** **Bulletin of Marine Science**, v. 59, n. 3. p. 543-555, 1996.

BOSCOLO, H. K.; SILVEIRA, F. L. Reproductive biology of *Palythoa caribaeorum* and *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) from the southeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 1, p. 29-41, 2005.

BROSNAN, D. M.; CRUMRINE, L. L. Effects of humam trampling on marine rocky shore communities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 177, n. 1, p. 79-97, 1994.

BROWN, P. J.; TAYLOR, R. B. Effects of trampling by humans on animals inhabiting coralline algal turf in the rocky intertidal. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 235, n. 1, p. 45-53, 1999.

BRUNO, J. F.; EDMUNDS, P. J. Clonal variation for phenotypic plasticity in the coral *Madracis mirabilis*. **Ecology**, v. 78, n. 7, p. 2177-2190, 1997.

BURNETT, W. J. et al. Zoanthids (Anthozoa, Hexacorallia) from the Great Barrier Reef and Torres Strait, Australia: Systematics, evolution and a key to species. **Coral Reefs**, v. 16, n. 1, p. 55-68, 1997.

CASTRO, C. B. et al. Four-year monthly sediment deposition on turbid Southwestern Atlantic coral reefs, with a comparison of benthic assemblages. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 1, p. 49-63, 2012.

CERVINO, J. M. et al. Changes in zooxanthellae density, morphology, and mitotic index in hermatypic corals and anemones exposed to cyanide. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, n. 5, p. 573-586, 2003.

CHEN, K. S. et al. Latitudinal Gradient of Morphological Variations in Zebra Coral *Oulastrea crispata* (Scleractinia: Faviidae) in the West Pacific. **Zoological Studies**, v. 50, n. 1, p. 43-52, 2011.

COSTA, D. L. et. al. Morphological plasticity in the reef zoanthid *Palythoa caribaeorum* as an adaptive strategy. **Annales Zoologici Fennici**, v. 48, n.6, p. 349-358, 2011.

DALY, M. et al. The Phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. In: ZHANG, Z. Q.; SHEAR, W. A. (eds). **Linneaus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy,** 2007. ***Zootaxa****,* v. 1668, p. 127-182.

DOWNS, C. A. et al. Cellular pathology and histopathology of hypo-salinity exposure on the coral *Stylophora pistillata*. **Science of the Total Environment**, v. 407, n. 17, p. 4838-4851, 2009.

EPSTEIN, N.; BAK, R. P. M.; RINKVICH, B. Implementation of a small-scale "no-use zone" policy in a reef ecosystem: Eilat's reef-lagoon six years later. **Coral Reefs**, v. 18, n. 4, p. 327-332, 1999.

FAUTIN, D. G. *Paraphelliactis pabista*, a new species of hormathiid sea anemone from abyssal northeastern Pacific water (Coelenterata: Actiniaria). **Syesis**, v. 15, n. 1, p. 51-56, 1982.

GLYNN, P. W. et al. Condition of Coral Reef Cnidarians from the Northern Florida Reef Tract: Pesticides, Heavy Metals, and Histopathological Examination. **Marine Pollution Bulletin**, v. 20, n. 11, p. 568-576, 1989.

GRANT, A. et al. Sub-cellular damage by copper in the cnidarian *Zoanthus robustus*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 152, n. 3, p. 256-262, 2010.

HANNAK, J. S. et al. Snorkelling and trampling in shallow-water fringing reefs: Risk assessment and proposed management strategy. **Journal of environmental management**, v. 92, n. 10, p. 2723-2733, 2011.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and future effects on coral reefs. **Ambio**, v. 23, n. 8, p. 503-508, 1994.

HAYWICK, D. W.; MUELLER, E. M. Sediment retention in encrusting *Palythoa* spp.- a biological twist to a geological process. **Coral Reefs,** v. 16, p. 39-46, 1997.

HERBERTS, C. Ordre des Zoanthaires. In: GRASSE, P. P., DOUMENC, D. (eds) **Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie**. 1987. p. 783-810.

HIBINO, Y. et al. Molecular and morphological evidence for conspecificity of two common Indo-Pacific species of Palythoa (Cnidaria: Anthozoa). **Hydrobiologia**, v. 733, n. 1, p. 31-43, 2014.

KAY, A. M.; LIDDLE, M. J. Impact of human trampling in different zones of a coral reef flat. **Environmental management**, v. 13, n. 4, p. 509-520, 1989.

KIMURA, S.; HASHIMOTO, Y.; YAIYIAZATO, K. Toxicity of the zoanthid *Palythoa tuberculosa*. **Toxicon**, v. 10, n.1, p. 611-617, 1972.

KRISHNA, J. M.; GOPHANE, A. Cnidarian from the Coast of Goa – Identified to the species levels. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 2, n. 1, p. 209-218, 2013.

LIU, P. et al. Impacts of human activities on coral reef ecosystems of southern Taiwan: A long-term study. **Marine pollution bulletin**, v. 64, n. 6, p. 1129-1135, 2012.

ONG, C. W.; REIMER, J. D.; TODD, P. A. Morphologically plastic responses to shading in the zoanthids *Zoanthus sansibaricus* and *Palythoa tuberculosa*. **Marine Biology**, v. 160, n. 5, p. 1053-1064, 2013.

PADILLA-GAMIÑO, J. L. et al. Phenotypic plasticity of the coral *Porites rus*: Acclimatization responses to a turbid environment. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 434, n. 1, p. 71-80, 2012.

PÉREZ, C. D.; VILA-NOVA D. A.; SANTOS, A. M. Associated community with the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing&Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) from litoral of Pernambuco, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 548, n. 1, p. 207-215, 2005.

PETERS, E. C.; PILSON, M. E. Q. A comparative study of the effects of sedimentation on symbiotic and asymbiotic colonies of the coral *Astrangia danae* Milne Edwards and Haime 1849. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 92, n. 2, p. 215-230, 1985.

PETERS, E. C.; YEVICH, E. C. Histopathology of *Ceriantheopsis americanus* (Cnidaria: Ceriantharia) exposed to Black Rock Harbor dredge spoils in Long Island Sound. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 7, n. 2, p. 137-148, 1989.

REIMER, J. D.; FUJII, T. Four new species and one new genus of zoanthids (Cnidaria, Hexacorallia) from the Galápagos Islands. **ZooKeys**, v. 42, p. 1-36, 2010.

REIMER, J. D. et al. The sands of time: rediscovery of the genus *Neozoanthus* (Cnidaria: Hexacorallia) and evolutionary aspects of sand incrustation in brachycnemic zoanthids. **Marine Biology**, v. 158, n. 5, p. 983-993, 2011.

REIMER, J. D.; IREI, Y.; FUJII, T. Two new species of *Neozoanthus* (Cnidaria, Hexacorallia, Zoantharia) from the Pacific. **ZooKeys,** n. 246, p. 69-87, 2012.

REIMER, J. D. et al. Using hydrofluoric acid for morphological investigations of zoanthids (Cnidaria: Anthozoa): A critical assessment of methodology and necessity. **Marine Biotechnology,** v. 12, n. 5, p. 605-617, 2010.

REIMER, J. D. et al. Molecular evidence suggesting species in the zoanthid genera *Palythoa* and *Protopalythoa* (Anthozoa: Hexacorallia) are congeneric. **Zoogical Science**, v. 23, n. 1, p. 87-94, 2006.

REIMER, J. D. et al. Diversity and evolution in the zoanthid genus *Palythoa* (Cnidaria: Hexacorallia) based on nuclear ITS-rDNA. **Coral Reefs**, v. 26, n. 2, p. 399- -410, 2007.

RODGERS, K. S.; COX, E. F. The effects of trampling on Hawaiian corals along a gradient of human use. **Biological Conservation**, v. 112, n. 3, p. 383-389, 2003.

RYLAND, J. S.; BABCOCK, R. C. Annual cycle of gametogenesis and spawning in a tropical zoanthid , *Protopalythoa* sp. **Hydrobiologia**, v. 216, n. 1, p. 117-123, 1991.

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

RYLAND, J. S.; LANCASTER, J. E. A review of zoanthids nematocyst types and their population structure. **Hydrobiologia**, v. 530, n. 1-3, p. 179-187, 2004.

SARMENTO, V. C.; BARRETO, A. F, S.; SANTOS, P. J. P. The response of meiofauna to human trampling on coral reefs. **Scientia Marina**, v. 75, n. 3, p. 559-570, 2011.

SEEMANN, J. et al. Assessing the ecological effects of human impacts on coral reefs in Bocas del Toro, Panama. **Environmental monitoring and assessment**, v. 186, n. 3, p. 1747-1763, 2014.

SUCHANEK, T. H.; GREEN, D. J. 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**, 1981, v. *2*, p. 679-684.

TODD, P. A.; SIDLE, R. C.; LEWIN-KOH, N. J. I. An aquarium experiment for identifying the physical factors inducing morphological change in two massive scleractinian corals. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,** v. 299, n. 1, p. 97-113, 2004.

VARGAS-ÁNGEL, B. et al. Cellular reactions to sedimentation and temperature stress in the Caribbean coral *Montastraea cavernosa.* **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 95, n. 2, p. 140-145, 2007.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis.** New Jersey: Prentice Hall, 1999.

SUBCAPÍTULO II

A influência do pisoteio de turistas na morfologia de zoantídeos em Porto de Galinhas; Brasil.

Introdução

Os recifes coralíneos são ecossistemas que tem existido por mais de 250 milhões de anos, resistindo às mudanças climáticas e catástrofes naturais, entretanto, aos impactos de origem natural tem se somado os crescentes impactos antropogênicos (LEÃO, 1996) que podem prejudicar a resiliência desses ambientes. Dentre estas, o turismo vem sendo tratado com destaque devido aos múltiplos e contínuos impactos provocados, associado com a perda de 20 a 25% dos recifes em franja em todo o mundo (BUDDEMEIER *et al.* 2004; MACHADO *et al.* 2009).

O excesso de turismo não estruturado age negativamente sobre os recifes (HAWKINS & ROBERTS, 1994; RODGERS & COX, 2003; DAVENPORT & DAVENPORT, 2006; DIEDRICH, 2007). Mesmo baixas intensidades de pisoteio provocam alterações na comunidade intertidal, cuja recuperação pode levar vários anos (FERREIRA & ROSSO, 2009). De forma geral, os estudos desenvolvidos até o momento, focam nos impactos do turismo sobre a estrutura da comunidade bentônica ou sobre algumas espécies, como corais (RODGERS & COX 2003; LEUJAK & ORMOND, 2008; JUHASZ *et al.* 2010; HANNAK *et al.* 2011; SARMENTO & SANTOS, 2011; SARMENTO *et al.* 2011; LIU *et al.* 2012). O impacto sobre as espécies não é homogêneo, algumas são mais suscetíveis como os corais arborescentes (JUHASZ *et al.* 2010). Recifes em desequilíbrio mostram uma alternância de fases com predomínio de macroalgas em substituição aos corais. Isto também pode ocorrer como reflexo em cadeia a partir da diminuição de espécies herbívoras como peixes recifais (HANNAK *et al.* 2011).

No Brasil, os recifes costeiros tem pequena cobertura coralínea (apesar do elevado endemismo de corais) e outro grupo de cnidários é melhor representado. Os zoantídeos dominam a cobertura dos recifes no país, em especial no nordeste brasileiro

(FERNANDES, 2000, SOARES *et al.* 2006, BARRADAS *et al*. 2010). As espécies *Palythoa caribaeorum* Duchassaing e Michelotti 1860 e *Zoanthus sociatus* (Ellis & Solander 1786) dominam as superfícies dos recifes no mediolitoral e, por isso, podem sofrer ação direta e/ou indireta do pisoteio.

Dois aspectos podem contribuir para a abundância dessas espécies. Primeiramente, os zoantídeos possuem crescimento vegetativo, assim como corais escleractíneos. No entanto, por não terem esqueleto calcário sua taxa de crescimento é muito alta (SUCHANEK & GREEN, 1981, BASTIDAS & BONE, 1996) favorecendo sua dominância. Outra vantagem é a enorme variação morfológica já registrada para o grupo (REIMER *et al*. 2006). A variedade de morfotipos promove a adaptação da espécie em diferentes condições ecológicas (SANTOS *et al*. 2004, TODD *et al.* 2001).

Diversos estudos já trataram da variação morfológica em corais, que pode ser atribuída a variabilidade genética, plasticidade fenotípica ou a uma combinação de ambos (para revisão ver TODD, 2008).

Frequentemente a variação está associada a condições ambientais naturais como profundidade (AMARAL, 1994), nível de luminosidade (GRAUS & MACINTYRE, 1982, BELTRAN-TORRES & CANICART-GANIVET 1993, CARAS *et al*. 2008), taxa de sedimentação (GRIGG & DOLLAR, 1990, TODD *et al*. 2001) e temperatura (AMARAL & RAMOS, 2007). No entanto, pouco se sabe sobre como alterações na morfologia podem ser usadas como respostas adaptativas do organismo às ações antrópicas em zoantídeos. Desta forma, foi testada a hipótese que os zoantídeos são capazes de responder aos efeitos antropogênicos do pisoteio através de variação em sua morfologia. Para tanto, foram analisadas as duas espécies mais comuns de zoantídeos nos recifes do Nordeste brasileiro, expostos as mesmas condições de pisoteio e comparadas com populações em áreas sem influxo de turistas.

Metodologia

Área de estudo

Porto de Galinhas (8º33’00” S; 35º00’27” W a 34º59’00” W) está na região costeira do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil (Fig. 1). A região apresenta um clima tropical quente e úmido (GREGO *et al.* 2009), com chuvas de outono-inverno, distribuídas de março a agosto. A pluviosidade anual da região é de 2450,7mm³, com salinidade anual média de 38 psu e a temperatura média é de 25.5ºC (MEDEIROS, 1999).

Fig 1: Localização de Porto de Galinhas, Ipojuca – PE, Brasil (modificado de PÉREZ *et al*. 2005).

Conhecido como uma das praias mais visitadas do Nordeste do Brasil (MACHADO *et al*. 2009), a alta temporada de turismo em Porto de Galinhas é concentrada entre os meses de novembro e março, que corresponde à estação seca, mas a praia recebe turistas o ano todo. Durante este período, a cidade abriga mais de 65.000 visitantes temporários (SARMENTO *et al*. 2011). A região possui duas áreas que são separadas por um canal com profundidade média de 8 metros. Uma das áreas (337m x 250m, fig. 2A) recebe

turistas que chegam caminhando por dentro da água e também aqueles que fazem o passeio de jangadas. Outra área (380m x 250m; fig. 2B) não recebe turistas em seus recifes. Para quantificar a diferença do pisoteio entre as duas áreas estudadas, foi realizada uma contagem com dois observadores independentes que recensearam o número de pessoas caminhando sobre o recife, durante a baixa maré de um sábado em maio. Uma área de contagem foi delimitada na zona de convergência entre os turistas que provêm dos caminhos de acessos e os que provêm das jangadas. Quatro períodos de dez minutos de observação, espaçados por vinte minutos de intervalo foram realizados de forma alternada nas duas áreas, pisoteada e não pisoteada.

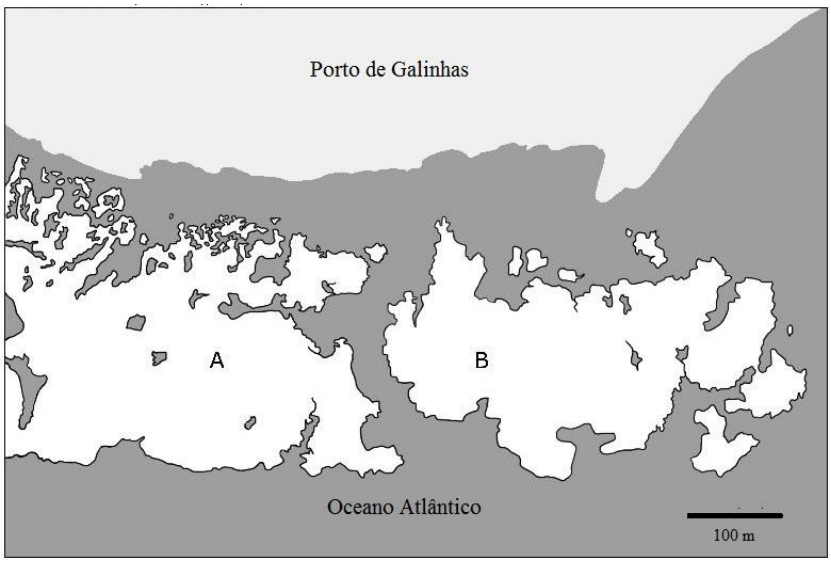

Fig 2: Recifes - pisoteado (A) e não pisoteado (B) de Porto de Galinhas – Ipojuca, Pernambuco.

As duas áreas estão próximas entre si (o canal de separação tem cerca de 15 metros de largura) e compõe a mesma linha de recifes em franja. Desta forma, estão expostas às mesmas condições metereológicas e possuem características similares quanto a composição biótica e hidrodinamismo da zona. A diferença clara entre elas é a presença de turistas na área pisoteada.

Coleta dos dados

Durante um ano (agosto/2009 a setembro/2010) foram realizadas quatro coletas, duas no período seco e duas no chuvoso. Quadrados com 100cm^2 de cinco colônias diferentes de cada espécie, distante, pelo menos 2 metros uma da outra foram coletados tanto no recife pisoteado quanto no não pisoteado. O material foi fixado em formalina a 10%. Para as análises morfométricas, foram utilizados 10 pólipos aleatórios em cada colônia de *Zoanthus sociatus* e 45 pólipos em colônias de *Palythoa caribaeorum* para medição, com paquímetro digital, da altura, diâmetro maior e menor (utilizados para o cálculo do diâmetro médio). Com estes valores, foi calculado o volume dos indivíduos utilizando a fórmula do volume de um cilindro (altura x π x raio^2), forma aproximada do pólipo destes zoantídeos.

Mensalmente foi estimado o percentual de cobertura de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* nas duas áreas. Para tal, foram realizados três transectos em cada área por mês, perpendiculares a linha de praia e abrangendo toda a extensão do recife no mediolitoral. A abundância dos organismos foi estimada pela intersecção deste com a trena estendida, com escala em nível de centímetros segundo metodologia padrão utilizada no uso de linhas ou faixas isobatimétricas ("transects"; LOYA, 1972, LOYA, 1978). Os dados gravados em campo com aparelho mp3 foram transcritos em uma tabela e a partir daí calculado o percentual de cobertura das espécies.

Análise estatística

Foram testadas as hipóteses que (a) diâmetro, (b) altura e (c) volume dos pólipos de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* são maiores na parte não pisoteada do recife e

que não há diferença nestes parâmetros entre o período seco e chuvoso. Para isso foi utilizado o teste GLM two-way ANOVA 2x2, seguido pelo teste *a posteriori* de Tukey (HILL & LEWICKI, 2006). Previamente a normalidade e homogeneidade da variância foram testadas (Teste de Liliefors). Todas as análises foram realizadas com o programa Statistica 7. O nível de significância para todos os testes foi de $\alpha = 0,05$.

Resultados

Contagem dos turistas - A quantidade média de turistas pisoteando o recife foi, para o período de contagem, de 156 turistas por período de observação, que compreende as pessoas que provêm dos barcos (jangadas) e as que atravessam para o recife. A frequentação máxima foi de 205 de turistas, corresponde a contagem no pico da maré baixa. Estes números representam uma frequentação típica de um fim de semana ensolarado fora da alta estação turística. Para o mesmo período de estimativa, o recife não pisoteado foi frequentado por um máximo de quatro pessoas ao mesmo tempo, dos quais dois eram mergulhadores e outros dois, pescadores, resultando em uma média de 1 visitantes por observação.

Palythoa caribaeorum - Foram obtidos 17.187 pólipos de *Palythoa caribaeorum* e 1.800 tiveram altura, diâmetro e volume aferidos (Tabela 1).

Tabela 1. Altura (mm), diâmetro médio (mm) e volume (mm^3) dos pólipos de *Palythoa caribaeorum* nos recifes pisoteado e não pisoteado em Porto de Galinhas, Pernambuco. $\bar{X}$: média: DP: Desvio padrão; N: Número de medições.

	Altura		Diâmetro		Volume	
	$\bar{X}$ DP	N	$\bar{X}$ DP	N	$\bar{X}$ DP	N
Pisoteado seco	12,93±3,5	450	3,69±0,59	450	143,51±65,29	450
Pisoteado Chuvoso	11,57±3,10	450	3,88±0,58	450	141,75±64,04	450
Não pisoteado seco	12,85±4,09	450	3,89±0,74	450	162,36±91,99	450
Não pisoteado chuvoso	15,18±4,67	450	3,67±0,61	450	166,45±77,88	450
Seco	12,89±3,30	900	3,79±0,67	900	152,93±80,28	900
Chuvoso	13,37±4,36	900	3,78±0,6	900	154,1±72,32	900
Pisoteado	12,25±3,38	900	3,79±0,59	900	142,62±64,6	900
Não Pisoteado	14,01±4,54	900	3,78±0,68	900	164,4±85,2	900

A altura dos pólipos de *P. caribaeorum* foi significativamente maior no recife não pisoteado (Tabela 2). Não houve diferença significativa na altura entre os períodos seco e chuvoso, entretanto, houve interação entre as áreas e os períodos do ano. No período seco a altura foi similar nas duas áreas (Tukey, 0,976486), porém, no período chuvoso a altura dos pólipos foi maior no recife não pisoteado (Tukey, 0,000008) (Fig. 3a).

O diâmetro não apresentou diferença significativa entre períodos nem entre áreas (tabela 2), no entanto, houve interação significativa entre esses fatores. No período chuvoso, o diâmetro dos pólipos na área não pisoteada foi menor (Tukey, 0,000027) (Fig. 3b).

O volume foi significativamente maior no recife não pisoteado e não houve diferença entre os períodos do ano e nem foi encontrada interação entre os fatores analisados (Tabela 2; Fig. 3c).

Tabela 2. Decomposição do fatores dependentes altura, diâmetro e volume de acordo com a análise GLM (two-way 2x2 ANOVA) em *Palythoa caribaeorum*. Recife: pisoteado e não pisoteado; Período: seco e chuvoso; Recife*Período: interação entre estes fatores.

Modelos	SS	GL	MS	F	P
Altura					
Recife	541,3	1	541,3	48,83	0,000001
Período	6,3	1	6,3	0,57	0,449549
Recife*Período	456,4	1	456,4	41,16	<0,000001
Erro	18403,1	1660	11,1	-	-
Diâmetro	SS	GL	MS	F	P
Recife	0,01	1	0,01	0,04	0,850501
Período	0,07	1	0,07	0,17	0,680203
Recife*Período	18,26	1	18,26	45,71	<0,000001
Erro	717,50	1796	0,40	-	-
Volume	SS	GL	MS	F	P
Recife	213503	1	213503	37,307	0,000000
Período	611	1	611	0,107	0,743884
Recife*Período	3873	1	3873	0,677	0,410785
Erro	10278234	1796	5723	-	-

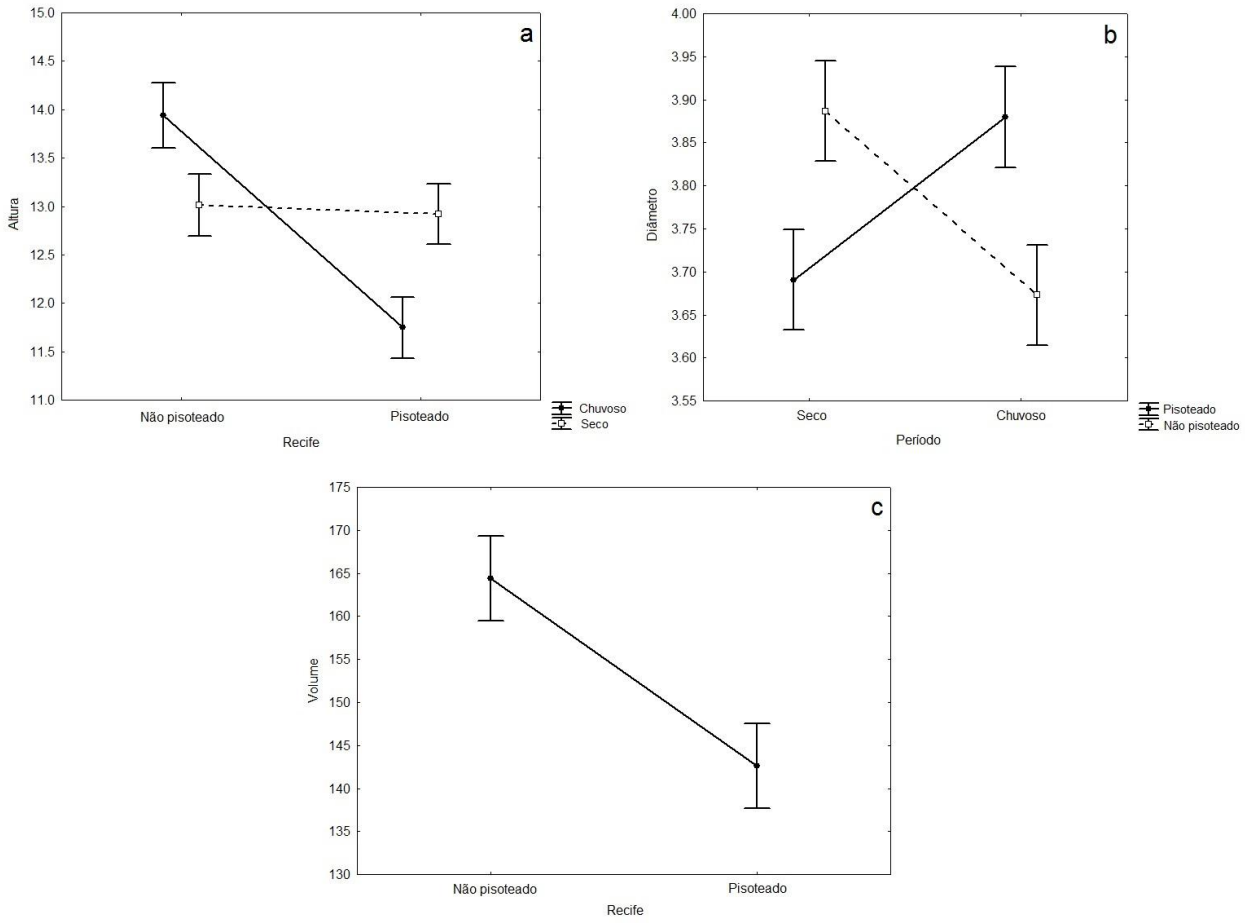

Fig 3: Comparação das medidas dos pólipos (a) altura, (b) diâmetro de *Palythoa caribaeorum* coletados nos recifes pisoteado e não pisoteado, nos períodos seco e chuvoso de Porto de Galinhas; (c) – volume entre os pólipos dos recifes pisoteado e não pisoteado. Dados apresentados como média ± DP.

Zoanthus sociatus - Foram contabilizados 11.569 pólipos de *Zoanthus sociatus*, e 400 foram medidos (Tabela 3).

.

Tabela 3. Altura (mm), diâmetro médio (mm) e volume (mm^3) dos pólipos de *Zoanthus sociatus* nos recifes pisoteado e não pisoteado em Porto de Galinhas, Pernambuco. $\bar{X}$: média: DP: Desvio padrão; N: Número de medições.

	Altura		Diâmetro		Volume	
	$\bar{X}$ DP	N	$\bar{X}$ DP	N	$\bar{X}$ DP	N
Pisoteado seco	6,46±3,37	200	2,87±0,48	200	39,50±20,47	200
Pisoteado Chuvoso	6,27±2,92	200	2,93±0,55	200	47,34±34,51	200
Não pisoteado seco	4,05±1,34	200	2,75±0,43	200	25,07±12,72	200
Não pisoteado chuvoso	4,26±1,54	200	2,96±0,50	200	30,23±15,70	200
Seco	5,26±2,83	400	2,81±0,46	400	32,28±18,47	400
Chuvoso	5,26±2,53	400	2,95±0,53	400	38,74±28,04	400
Pisoteado	6,37±3,14	400	2,90±0,52	400	43,40±28,54	400
Não Pisoteado	4,16±1,44	400	2,86±0,47	400	27,65±14,48	400

A altura dos pólipos de *Zoanthus sociatus* foi significativamente maior no recife pisoteado e não apresentou diferença entre o período seco e chuvoso nem houve interação ente os fatores (Tabela 4, Fig. 4a). O diâmetro teve valores significativamente maiores no período chuvoso (Tabela 4), porém sem diferença entre as áreas (Fig. 4b).

O volume apresentou diferenças significativas entre as áreas e entre os períodos, porém sem interação entre eles (Tabela 4). Os pólipos tiveram volume maior na área pisoteada (Fig. 4c) e no período chuvoso (Fig. 4d) (Tabela 4).

Tabela 4. Decomposição dos fatores dependentes (Altura, Diâmetro, Volume) de acordo com as análises GLM (two-way 2x2 ANOVA) em *Zoanthus sociatus*. Recife: pisoteado e não pisoteado; Período: seco e chuvoso; Recife*Período: interação entre estes fatores.

Modelos	SS	GL	MS	F	P
Altura					
Recife	483,63	1	483,63	81,22	<0,01
Período	0,01	1	0,01	0,01	0,97
Recife*Período	4,01	1	4,01	0,67	0,41
Erro	2366,71	395	5,99	-	-
Diâmetro	SS	GL	MS	F	P
Recife	0,22	1	0,22	0,89	0,35
Período	1,81	1	1,81	7,45	<0,01
Recife*Período	0,60	1	0,60	2,48	0,11
Erro	96,28	395	0,24	-	-
Volume	SS	GL	MS	F	P
Recife	24790,50	1	24790,50	49,30	<0,01
Período	4213,00	1	4213,00	8,38	<0,01
Recife*Período	179,40	1	179,40	0,36	0,55
Erro	198614,4	395	502,8	-	-

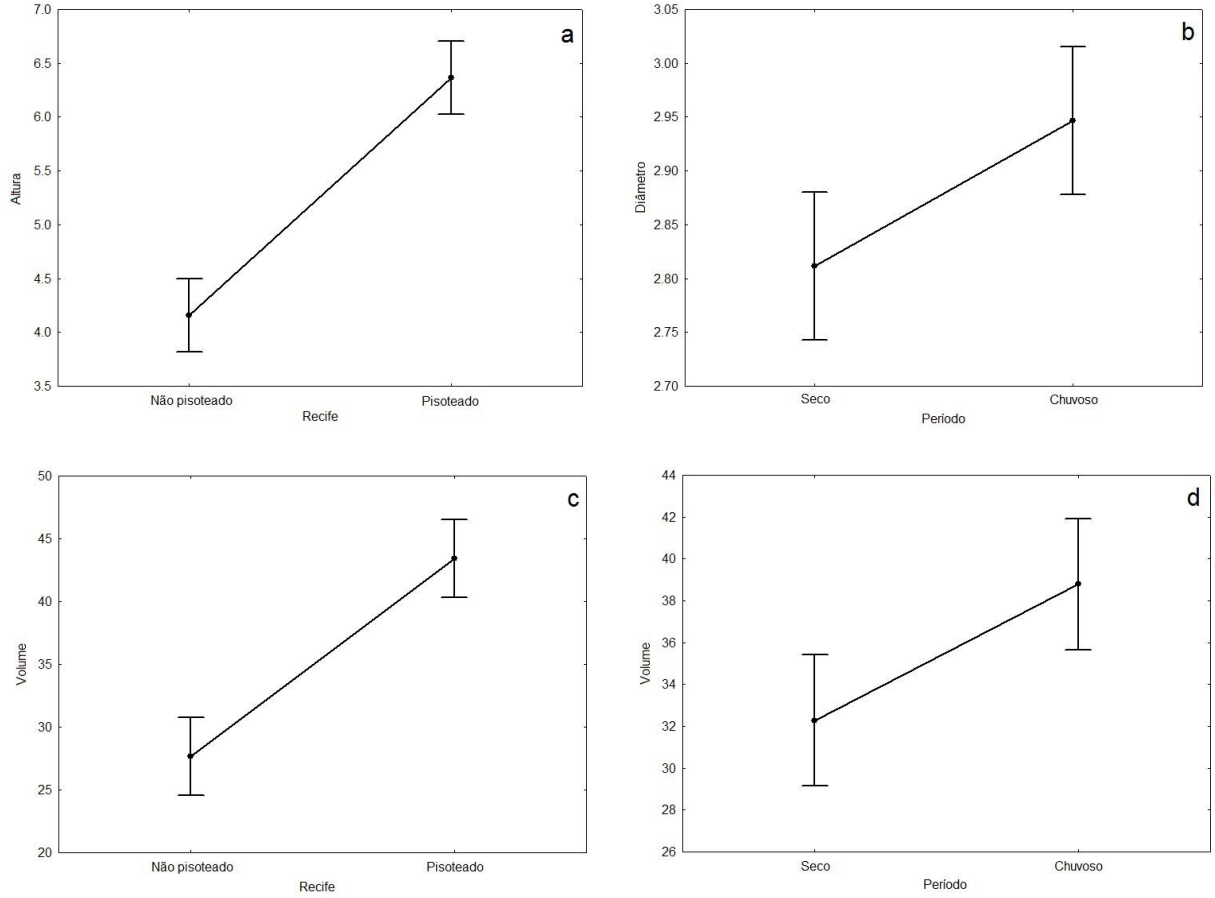

Fig 4: Comparação das medidas dos pólipos de *Zoanthus sociatus* em Porto de Galinhas, Brasil. (a) altura - nos recifes pisoteado e não pisoteado; (b) diâmetro - no período seco e chuvoso; (c) volume de *Zoanthus sociatus* coletados nos recifes pisoteado e não pisoteado; (d) – volume entre os períodos seco e chuvoso. Dados apresentados como média ± DP.

A porcentagem de cobertura de *Zoanthus sociatus* foi maior nos dois recifes em comparação com *Palythoa caribaeorum* e no recife não pisoteado a cobertura chegou a quase 45% (fig. 5).

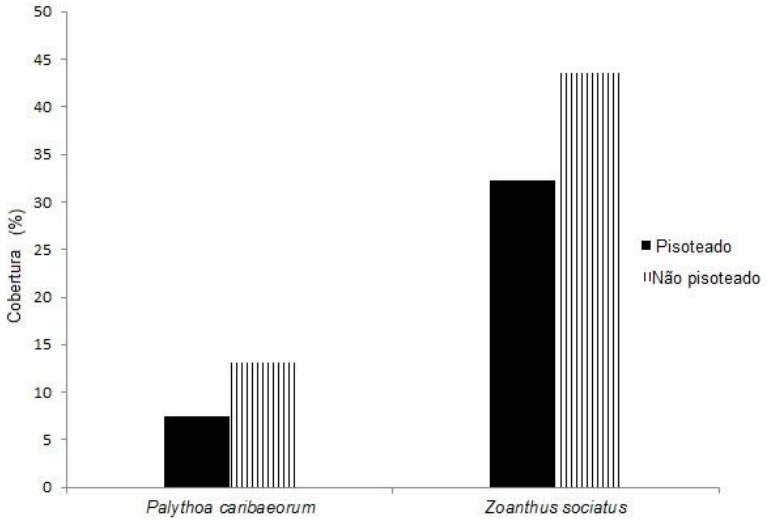

Fig 5: Porcentagem de cobertura de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* nos recifes pisoteado e não pisoteado de Porto de Galinhas, Brasil.

Discussão

Os recifes de corais brasileiros estão livres de catástrofes naturais, ao contrário dos recifes caribenhos, localizados em um cinturão de furacões. Dessa forma, a maior ameaça aos recifes do Brasil parece ser de fato o impacto antrópico (MACHADO *et al*. 2009). Em Porto de Galinhas, os maiores atrativos são as piscinas naturais da área designada pisoteada. O outro recife próximo é inacessível a pé na maré baixa e sem as piscinas procuradas, sendo considerado neste trabalho como não pisoteado uma vez que a estimativa realizada apresentou visitação considerada nula em relação ao recife pisoteado.

Entre os impactos diretos provocados pelos visitantes nos recifes e nas proximidades deles destacam-se as atividades de mergulho, pesca, coleta de organismos, pisoteio e a ancoragem sobre os recifes (HAWKINS & ROBERTS, 1994). O mergulho é uma modalidade de lazer que mais cresce no mundo, com cerca de 1 milhão de novos mergulhadores recreativos sendo treinados a cada ano (DAVENPORT & DAVENPORT, 2006). Esta atividade provoca quebra, ruptura e lesões nos corais (EPSTEIN *et al*. 1999, HANNAK *et al.* 2011) devido ao contato de partes do corpo do mergulhador, como pés,

mãos e joelhos, sendo ainda mais significativo quando os mergulhadores são inexperientes (SOUZA, 2008). O pisoteio de turistas sobre os recifes é considerado um impacto mecânico semelhante ao dos mergulhadores (LEUJAK & ORMOND, 2008, RODGERS & COX, 2003). Conforme estudos de Leujak & Ormond (2008) os danos do pisoteio dependem do passado histórico dessa ação e da estrutura da comunidade.

Em cnidários, formas arborescentes costumam ser mais prejudicadas devido a maior susceptibilidade a quebra em comparação com formas massivas ou colonias (HANNAK *et al.* 2011). Zoantídeos são pouco passíveis a quebra, porém, podem responder ao efeito direto ou indireto do pisoteio nos recifes através de modificações em sua morfologia. Este grupo exibe alta plasticidade morfológica, verificada em estudos realizados por Reimer *et al.* (2004) que verificaram variações na morfologia (variação intraespecífica na cor e diâmetro do disco oral, números de tentáculos e altura dos pólipos) dentro da espécie *Zoanthus sansibaricus*. Da mesma forma, Burnett *et al.* (1997) acreditam que o número de espécies de zoantídeos foi superestimado, pois os dados genéticos sugerem fortemente que um número significativo de espécies de zoantídeos representa na verdade morfotipos ou ecotipos de uma espécie.

Conhecida a alta plasticidade até mesmo intraespecífica dos zoantídeos, era esperado resultados não comparáveis entre *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*. Pólipos de *P. caribaeorum*, tiveram menor altura e volume dos pólipos no recife pisoteado. Quanto ao diâmetro, apresentaram uma variedade de comportamentos dependendo da área e período, sendo menor no recife pisoteado no período seco. O volume também foi menor na área pisoteada, pois acompanhou os valores da altura.

Por sua vez, os pólipos de *Z. sociatus* foram maiores no recife pisoteado, e não apresentaram qualquer interação com a sazonalidade, mostrando que diferentemente do

outro zoantídeo não foi afetado pelas chuvas. O diâmetro foi maior no período chuvoso, e o volume dos pólipos maior na área pisoteada e no período chuvoso.

Brosnan & Crumrine (1994) observaram que o pisoteio agia como um distúrbio sobre as espécies de uma comunidade de costão rochoso agindo diretamente (na retirada dos indivíduos ou enfraquecendo-os) ou indiretamente (remoção de outras espécies com as quais interagiam e na disponibilidade de habitat). Mesmo que *P. caribaeorum* não seja diretamente pisoteada, visto que, em condições saudáveis, produz um muco que faz as pessoas escorregarem, ela vivencia as alterações em toda a comunidade bentônica. Assim, é possível que os pólipos de *P. caribaeorum* na área pisoteada tenham maior gasto energético para suportar o estresse das mudanças nas condições abióticas e bióticas provocadas pelo pisoteio, somadas à presença de sedimentos, que atrapalham a absorção da luz pelas zooxantelas prejudicando a alimentação autotrófica (HANNAK *et al*. 2011, JUHASZ *et al.* 2010; ROMAN *et al.* 2007). Esses parâmetros, em conjunto, podem levar a um tamanho menor dos pólipos, refletido na altura e volume menores.

Palythoa caribaeorum não exibiu altura maior em função do aumento da sedimentação provocado pela atividade turística no recife pisoteado, comportamento que refuta a hipótese nula, visualizado em *Zoanthus sociatus* no estudo e por Todd *et al.* (2001), analisando pólipos maiores do coral *Favia speciosa* obtidos em habitats com taxa de sedimentação mais elevada. Haywick & Mueller (1997) observaram que boa parte dos sedimentos que caem sobre *Palythoa* spp. adere imediatamente a fina camada de muco, onde o material mais grosso é retirado pelo transporte de mucosa ciliar.

Mesmo tendo um aumento na altura dos pólipos em *Zoanthus sociatus* e, consequentemente, no volume, não há alterações significativas no diâmetro. O que reforça a ideia que o pólipo não é maior para resistir ao pisoteio, mas para escapar do assoreamento. O diâmetro apresentou uma variação significativa em relação ao período,

sendo maior no período chuvoso em ambos os recifes. A falta de interação entre os fatores "sazonalidade" e "local" indica que o período de chuvas não influencia tanto na sedimentação, levando em conta que essa taxa se mantém alta durante o ano inteiro, devido à movimentação frequente de jangadas.

Costa *et al*. (2011) realizaram um estudo com *P. caribaeorum* nas praias de Gamela e Suape e observaram variações morfológicas sazonais, as quais poderiam estar relacionadas às variáveis da biologia do zoantídeo, como a dinâmica reprodutiva. Mas, os valores do diâmetro encontrado neste estudo variam de forma distinta nas áreas de acordo com os períodos do ano. Representando que não é apenas a reprodução que determina as diferenças, pois a influência da sazonalidade no período reprodutivo deveria ocorrer da mesma forma nas duas áreas.

O diâmetro de *P. caribaeorum* variou bastante, isso é possível por que a medida do diâmetro foi aferida na borda superior do pólipo, onde não há cenênquima, e, portanto pode se estender e contrair mais facilmente, a partir das condições ambientais presentes.

Segundo Rohlfs de Macedo & Belém (1994), *Palythoa* e *Zoanthus* são zoantídeos abundantes nos ambientes recifais ao longo da costa brasileira. Este fato pode ser observado nos recifes de Porto de Galinhas, onde *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* são espécies bem representadas sobre o mediolitoral. As duas espécies apresentaram menor cobertura percentual justamente na área pisoteada, o que reafirma a influência do pisoteio sobre as mesmas.

Observa-se que *Z. sociatus* é diretamente pisoteado, ao contrário da outra espécie. Entretanto, seus pólipos são mais afastados, formando um modelo que não suporta tão bem um impacto direto como o pisoteio. Ainda assim, entre as duas espécies, *Zoanthus sociatus* é o mais abundante em ambas as áreas. É também mais resistente a dessecação, talvez até pelo fato de estarem mais perto do substrato e muitas vezes associado a algas, conseguindo

manter melhor a umidade, enquanto *P. caribaeorum* precisa produzir um muco para se proteger deste efeito. Desta forma, *Z. sociatus* parece estar melhor adaptado ao ambiente, tanto que chegou a cobrir quase 45% do recife não pisoteado. Por outro lado, sua abundância diminui visivelmente na área pisoteada, enquanto *P. caribaeorum* teve uma redução pequena. Isso demonstra que o pisoteio teve um impacto mais forte sobre *Z. sociatus*, pois, mesmo em maior abundancia nas áreas estudadas ele fica mais exposto ao pisoteio.

Vários estudos já demonstram que atividades provenientes do turismo intenso como o pisoteio são prejudiciais aos organismos envolvidos, tais como observados por Engmann (2006) e Sarmento *et al*. (2011) nos mesmos recifes do presente estudo. Maior diversidade de peixes estava presente nos locais mais profundos onde a interferência humana é menor e a cobertura vegetal foi reduzida nos locais de intenso pisoteio (ENGMANN, 2006). Grupos da meiofauna e características do substrato fital foram afetados negativamente pelo pisoteamento (SARMENTO *et al*. 2011). Nos recifes do Havaí a abundância de peixes e corais diminuiu nas estações de alto impacto por pisoteio estudadas por Rodgers e Cox (2003). Segundo Ferreira e Rosso (2009), ao estudar espécies de um costão rochoso, mesmo baixas intensidades de pisoteio podem causar impactos na comunidade intertidal, cuja recuperação pode levar vários anos.

É bastante perceptível que o pisoteio dos turistas tem influenciado não só sobre a biologia de alguns organismos como pode modificar as características do ambiente e a estrutura das comunidades, levando a sua degradação. Como observado neste estudo, duas das principais espécies dos recifes de Porto de Galinhas tem sofrido pelos impactos do pisoteio, assim, é provável que as demais espécies da comunidade também estejam sendo afetadas, representando uma ameaça ao equilíbrio local.

Pesquisas de Foster (1997); Muko *et al*. (2000) e Amaral & Ramos (2007) apontam a plasticidade morfológica como uma importante ferramenta de adaptação dos corais a diferentes ambientes. Ferramenta esta, que pode ajudar na sobrevivência de organismos como zoantídeos a alterações no ambiente em que vivem. Portanto, entender os processos que levam a variações morfológicas, por exemplo, podem significar a compreensão da dinâmica natural das espécies em seu ambiente, e identificar perturbações.

Referências

AMARAL, F. D. Morphological variation in the reef coral *Montastraea cavernosa* in Brazil. **Coral Reefs**, v. 13, n. 1, p.113-117, 1994.

AMARAL, F. D.; RAMOS, C. A. C. Skeletal variability of the coral *Favia gravida* (Verrill, 1868) from Brazil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 245-251, 2007.

BARRADAS et al. Spatial distribuition of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas beach (northeastern of Brazil), with special focus on coral and calcified hydoids. **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 environment in Venezuela**. Bulletin of Marine Science**, v. 59, n. 3. p. 543-555, 1996.

BELTRAN-TORRES, A. U.; CARRICART-GAVINET, J. P. Skeletal morphologic variation in *Montastrea cavernosa* (Cnidaria: Scleractinia) at Isla Verde Coral Reef, Veracruz, Mexico. **Revista de Biologia Tropical**, v. 41, p. 559-562, 1993.

BROSNAN, D. M.; CRUMRINE, L. L. Effects of humam trampling on marine rocky shore communities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 177, n. 1, p. 79-97, 1994.

BUDDEMEIER, R. W.; KLEYPAS, J. A.; ARONSON, R. B. 2004. **Coral Reefs and Global Climate Change: Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems**. Report prepared for the Pew Centre on Global Climate Change. Arlington: Virginia, 2004. 56p.

BURNETT, W. J. et al. Zoanthids (Anthozoa, Hexacorallia) from the Great Barrier Reef and Torres Strait, Australia: systematics, evolution and a key to species. **Coral Reefs**, v.16, n.1, p. 55-68, 1997.

CARAS, T.; BACHAR, A.; PASTERNAK, Z. Morphological variation in the oral disc of the scleractinian coral *Favia speciosa* (Dana) at Indonesia. **Computational Biology and Chemistry**, v. 32, p. 345-348, 2008.

COSTA, D. L. et. al. Morphological plasticity in the reef zoanthid *Palythoa caribaeorum* as an adaptive strategy. **Annales Zoologici Fennici**, v. 48, n.6, p, 349-358, 2011.

DAVENPORT, J.; DAVENPORT, J. L. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: a review. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 67, n. 1-2, p. 280-292, 2006.

DIEDRICH, A. The impacts of tourism on coral reef conservation awareness and support in coastal communities in Belize. **Coral Reefs**, v. 26, n. 4, p. 985-996, 2007.

ENGMANN, A. **Padrões de distribuição da ictiofauna recifal da praia de Porto de Galinhas (PE) e avaliação da influência do turismo e da pesca**. 2006. 73 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

EPSTEIN, N.; BAK, R. P. M.; RINKVICH, B. Implementation of a small-scale "no-use zone" policy in a reef ecosystem: Eilat's reef-lagoon six years later. **Coral Reefs**, v. 18, n. 4, p. 327-332, 1999.

FERNANDES, M. L. B. **Avaliação de dois ambientes recifais do litoral de Pernambuco, através das suas macro e megafaunas incrustantes e sedentárias**. 2000. 165 p. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FERREIRA, M. N.; ROSSO, S. Effects of human trampling on a rocky shore fauna on the Sao Paulo coast, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 4, p. 993-999, 2009.

FOSTER, A. B. Phenotyplc plasticity in the reef corals *Montastrea annularis* (Ellis and Solander) and *Siderastrea siderea* (Ellis and Solander). **Journal of Experimental Marine Biololy and Ecololy** v. 39, n. 1, p. 25-54. 1979.

GRAUS, R. R.; MACINTYRE, I. G. Variation in growth forms of the reef coral *M. annulans* (Ellis and Solander): a quantitative evaluation of growth response to light distribution using computer simulation. In: RIITZLER, K., MACINTYRE, I. G. (eds.) **The Atlantic Barrier Reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize. I. Structure and communities**. Smithson: Contr. Marine Science, 1982. p. 441-464.

GREGO, C. K. S. et al. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, v. 31, n. 2, p. 183-198, 2009.

GRIGG, R. W.; DOLLAR, S. J. Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. **Ecosystems of the world**, v. 25, p. 439-452, 1990.

HANNAK, J. S. et al. Snorkelling and trampling in shallow-water fringing reefs: Risk assessment and proposed management strategy. **Journal of environmental management**, v. 92, n. 10, p. 2723-2733, 2011.

HAYWICK, D. W.; MUELLER, E. M. Sediment retention in encrusting *Palythoa* spp.—a biological twist to a geological process. **Coral Reefs**, v. 16, n. 1, p. 39-46, 1997.

HILL, T.; LEWICKI, P. **Statistics methods and applications**. Tulsa: StatSoft. 2006.

HAWKINS, J. P.; ROBERTS, C. M. The growth of coastal tourism in the Red Sea: present and future effects on coral reefs. **Ambio**, v. 23, n. 8, p. 503-508, 1994.

JUHASZ, A. et al. Does use of tropical beaches by tourists and island residents result in damage to fringing coral reefs? A case study in Moorea French Polynesia. **Marine pollution bulletin**, v. 60, n. 12, p. 2251-2256, 2010.

LEÃO, Z. M. A. N. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 3, p. 339-451, 1996.

LIU, P. et al. Impacts of human activities on coral reef ecosystems of southern Taiwan: A long-term study. **Marine pollution bulletin**, v. 64, n. 6, p. 1129-1135, 2012.

LEUJAK, W.; ORMOND, R F. G. Quantifying acceptable levels of visitor use on Red Sea reef flats. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 18, n. 6, p. 930-944, 2008.

LOYA, Y. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. **Marine Biology**, v. 13, n. 2, p. 100-123, 1972.

_____. Plotless and transect methods. In: STODART, D. R.; JOHANNES, R.E (eds). **Coral Reefs**. Research methods: Paris, 1978. p. 197-217.

MACHADO, R. C. A. et al. Percepção sócio-ambiental dos turistas e trabalhadores da praia de Porto de Galinhas (Pernambuco-Brasil) a cerca do ecossistema recifal. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 3, p. 71-78, 2009.

MEDEIROS, C. et al. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of North-East Brazilian waters. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2/3, p. 133-151, 1999.

MUKO, S. et al. Morphological plasticity in the coral *Porites sillimaniani* and its adaptive significance. **Bulletin of Marine Science**, v. 66, n. 1, p. 225-239, 2000.

PÉREZ, C. D.; VILA-NOVA D. A.; SANTOS, A. M. Associated community with the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing&Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) from litoral of Pernambuco, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 548, n. 1, p. 207-215, 2005.

REIMER, J. D. et al. Morphological and molecular revision of Zoanthus (Anthozoa: Hexacorallia) from Southwestern Japan, with descriptions of two new species. **Zoological Science**, v. 23, n. 1, p. 261-275, 2006.

RODGERS, K. S.; COX, E. F. The effects of trampling on Hawaiian corals along a gradient of human use. **Biological Conservation**, v. 12, p. 383-389, 2003.

ROHLFS DE MACEDO, C. M. R.; BELÉM, M. J. C. The genus *Zoanthus* in Brazil. Characterization and Anatomical revision of *Zoanthus sociatus* (Cnidaria, Zoantharia, Zoanthidae). **Iheringia**, v. 77, n. 1, p. 135-144, 1994.

ROMAN, G. S. J.; DEARDEN, P.; ROLLINS, . Application of zoning and "Limits of Acceptable Change" to manage snorkelling tourism.**Environmental Management**, v. 39, n. 6, p. 819-830, 2007.

SANTOS, M. G. et al. Variação morfológica de *Favia gravida* Verrill, 1868 e *Siderastrea stellata* Verrill, 1868: Aspectos esqueléticos. **Boletim do Museu nacional de Zoologia,** v. 517, p. 1-9, 2004.

SARMENTO, V. C.; BARRETO, A. F. S.; SANTOS, P. J. P. The response of meiofauna to human trampling on coral reefs. **Scientia Marina**, v. 75, n. 3, p. 559-570, 2011.

SARMENTO, V. C.; SANTOS, P. J. P. Trampling on coral reefs: tourism effects on harpacticoid copepods. **Coral reefs**, v. 31, n. 1, p. 135-146, 2012.

SOARES, C. L. S.; PÉREZ, C. D.; MAIA, M. B. S.; SILVA, R. S.; MELO, L.F. A. Avaliação da atividade antiinflamatória e analgésica do extrato bruto hidroalcoólico do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing&Michelotti, 1860). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 463-468, 2006.

SOUZA, G. D. C. **Turismo sustentável como alternativa de desenvolvimento e conservação do meio ambiente em Picãozinho – município de João Pessoa – PB**. 2008. 133 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba/ Universidade Estadual da Paraiba, João Pessoa, 2008.

SUCHANEK, T. H.; GREEN, D. J. 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**, 1981, v. *2*, p. 679-684.

TODD, P. A.; SANDERSON, P.G.; CHOU, L. M. Morphological variation in the polyps of the scleractinian coral *Favia speciosa* (Dana) around Singapore. **Hydrobiologia,** v. 444, p. 227-235, 2001.

TODD, P. A. Morphological plasticity in scleractinian corals. **Biological Reviews**, v. 83, n.1, p. 315-337, 2008.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

→ A taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* em Porto de Galinhas é considerada alta em relação a estudos que usaram metodologia similar;

→ Interações local x período foram evidenciadas pela atividade maior do pisoteio de turistas durante o período seco (verão) no recife pisoteado de Porto de Galinhas que reduziu a taxa de crescimento das colônias de *Palythoa caribaeorum****;***

→ A homogeneidade da taxa de crescimento de *Palythoa caribaeorum* diante das situações estudadas propõe um ritmo intrínseco de crescimento da espécie, com forte componente genético;

→ A espessura da mesogléia na análise microanatômica de *Palythoa caribaeorum* é gradativamente aumentada pela assimilação de sedimento garantindo também maior sustentação aos pólipos;

→ Pólipos de *Zoanthus sociatus* e *Palythoa caribaeorum* apresentaram valores distintos de variação morfométrica em resposta ao pisoteio de turistas em Porto de Galinhas, comprovando a alta plasticidade das espécies;

→ *Zoanthus sociatus* é mais abundante nos recifes de Porto de Galinhas porém reduziu a cobertura consideravelmente no recife pisoteado em relação ao pisoteado.

→ *Palythoa caribaeorum* utiliza estratégias como rápido e contínuo crescimento, plasticidade morfológica até em nível microanatômico para garantir o sucesso ocupacional da espécie.