



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Oceanografia
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia

**Análise da microbiota simbiote do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*
(Duchassaing e Michelotti, 1860) na Praia de Porto de Galinhas – PE**

Sawana Caroline de Aquino Borges

Recife, 2014

Sawana Caroline de Aquino Borges

Análise da microbiota simbiote do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing e Michelotti, 1860) na Praia de Porto de Galinhas - PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Orientadora: Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha.

Co-orientador: Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa.

Recife, 2014

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

B732a Borges, Sawana Caroline de Aquino.
Análise da microbiota simbiote do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*
(Duchassaing e Michelotti, 1860) na Praia de Porto de Galinhas – PE /
Sawana Caroline de Aquino Borges. - Recife: O Autor, 2014.
x, 38 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profª Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha.
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2014.
Inclui Referências.

1. Oceanografia. 2. Ambientes recifais. 3. Cnidários. 4.
Dinoflagelados. 5. Simbiontes. 6. Pisoteio. I. Cunha, Maria da Glória
Gonçalves da Silva. (Orientadora). II. Feitosa, Fernando Antônio do
Nascimento. (Coorientador). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

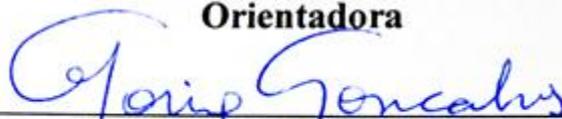
BCTG/2014-148

Sawana Caroline de Aquino Borges

Análise da microbiota simbiote do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing e Michelotti, 1860) na Praia de Porto de Galinhas - PE

Defesa em 26 de fevereiro de 2014.

Orientadora

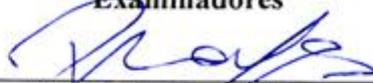


Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Co-Orientador

Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Examinadores



Dra. Paula Braga Gomes
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)



Dra. Maria Luise Koenig
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Suplentes

Dra. Enide Eskinazi Leça
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Recife, 2014

*À minha família e aos meus amigos
por todo amor, carinho e
compreensão.*

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por todas as bênçãos que ele me dá tão gentilmente e por toda a paz que ele enche meu coração nos momentos que mais preciso.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco através do programa de Pós-Graduação em Oceanografia por todo o apoio, suporte e conhecimento disponibilizados em meu crescimento profissional e em minha pesquisa. À Tereza Araújo, coordenadora, por toda dedicação e à secretária Myrna Lins Medeiros por todo apoio e auxílio a nós alunos. Agradeço, também, a todos os professores, técnicos e funcionários que compõem esse Programa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

À minha orientadora Prof. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva-Cunha, agradeço por todos os ensinamentos, dedicação, apoio, compreensão, paciência, amizade, amor e carinho, que estiveram presentes nesses dois anos e, que tenho certeza, permanecerá por muito tempo.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa que sempre se disponibilizou em me ajudar e, também, por todo o carinho, amizade, apoio, conselhos, ensinamentos e risadas, que tornam o Laboratório de Fitoplâncton e Produtividade Primária ainda melhor de se estar presente.

A todos do Laboratório de Fitoplâncton e Produtividade Primária, Prof. Zazon Passavante, Prof. Maria Luise Koenig, Marina Jales, Amanda Yumi, Laisa Madureira, Albenize Lima, Leandro Ferreira, Gislayne Borges, Christiana Grego, Marcos Honorato, entre outros, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse estudo ou para os momentos de descontração durante os dias de trabalho.

A todos do Laboratório de Química do Departamento de Oceanografia pela ajuda nas análises das amostras hidrológicas.

Ao Laboratório de Nécton e ao Grupo de Ictiologia Marinha e Tropical, através da Prof. Elisabeth Araújo e seus orientandos, que sempre se disponibilizaram em me ajudar.

Agradeço a todos que foram a campo comigo, minha orientadora Maria da Glória, Zinaldo Santos e seu filho, Felipe Cavalcante, Everton Ribeiro, Karla Oliveira, Hedyane Meireles, Camila Brasil, Isabela Leal e Gleice Santos.

A Felipe Cavalcante que sempre está presente, seja no lado profissional ou pessoal, que me ajuda em tudo e me dá um dos maiores presentes que eu poderia receber, a sua amizade. Obrigada por toda a sua dedicação, por todo amor, carinho e companheirismo. Agradeço também aos meus amigos, que juntamente com Felipe, estiveram extremamente presentes nesses dois anos me dando apoio, carinho, palavras de amor e

momentos maravilhosos, Everton Ribeiro, Bárbara Vilela, Hedyane Meireles, Albenize Lima, João Albuquerque, Thalita Medeiros, Érika Pinho, Laisa Madureira, Cláudio Macêdo, Amanda Yumi, Isabela Leal, Camila Gusmão, Camila Brasil, Érika Santana, Jósiley Ferraz, Lara Tainá, Monique Bastos, Fernanda Gabriela e a todos que, de alguma forma, deixaram meus dias ainda melhores.

À Fernanda Amaral por todos os ensinamentos e por ter me apresentado essa área tão fascinante, que é a área de ambientes recifais.

A toda a minha família, pais, irmão, tios, primos, avó e afilhado, que são a minha base, agradeço por todo incentivo ao longo da minha vida, todo amor, carinho, dedicação e apoio.

Aos meus amigos do mestrado, cujas trocas de conhecimentos ajudaram na minha formação, além da amizade e risadas que alegrou o curso.

Antecipadamente, agradeço à banca avaliadora dessa dissertação, que, tenho certeza, contribuirá e muito para a melhoria desse trabalho.

E ao mar, que tantos nos inspira em nossas pesquisas. Muito obrigada.

*“O que sabemos é uma gota, o que
ignoramos é um oceano.”*

Isaac Newton

Lista de Figuras

	Pág.
1. Introdução	
Figura 1. (A) Atividade de turismo na praia de Porto de Galinhas. (B) Turistas caminhando sobre os recifes. Fotos por: Felipe Cavalcante (2012).	1
Figura 2. Colônia da espécie de zoantídeo <i>Palythoa caribaeorum</i> na Praia de Porto de Galinhas.	3
2. Manuscrito 1	
Figura 1. Mapa da Praia de Porto de Galinhas – PE.	10
Figura 2. Vista aérea dos recifes da Praia de Porto de Galinhas – PE. (TA) Área pisoteada: Corresponde à área em que os banhistas podem caminhar. (NT) Área não pisoteada: Corresponde à área com caminhada proibida.	10
Figura 3. Biomassa clorofiliana das zooxantelas de <i>Palythoa caribaeorum</i> nos recifes de Porto de Galinhas, nos meses de coleta de 2012.	12
Figura 4. Dados pluviométricos da Estação Experimental de Ipojuca-PE dos meses de coleta do ano de 2012 e a média histórica mensal (2002 a 2011).	13
Figura 5. Valores de temperatura, salinidade e pH da água do mar no ano de 2012.	14
Figura 6. Teores de nutrientes da praia de Porto de Galinhas no ano de 2012.	14
Figura 7. Valores dos parâmetros morfométricos de <i>Palythoa caribaeorum</i> .	15
3. Manuscrito 2	
Figura 1. A. Mapa do litoral pernambucano. B. Vista aérea da Praia de Porto de Galinhas – PE. C. (TA) Área pisoteada: Corresponde à área em que os banhistas podem caminhar. (NT) Área não pisoteada: Corresponde à área com caminhada proibida.	24
Figura 2. Dados pluviométricos da Estação Experimental de Ipojuca-PE dos meses de coleta do ano de 2012.	26
Figura 3. Temperatura, salinidade e pH da água do mar no ano de 2012.	27
Figura 4. Teores de nutrientes da praia de Porto de Galinhas no ano de 2012.	27
Figura 5. Valores dos parâmetros morfométricos de <i>Palythoa caribaeorum</i> .	28
Figura 6. Densidade populacional de zooxantelas ($\times 10^6$ células/cm ²) do zoantídeo <i>Palythoa caribaeorum</i> na Praia de Porto de Galinhas (PE) no ano de 2012.	28
Figura 7. Índice mitótico de zooxantelas (%) do zoantídeo <i>Palythoa caribaeorum</i> na Praia de Porto de Galinhas (PE) no ano de 2012.	29
Figura 8. Diâmetro celular de zooxantelas (μm) do zoantídeo <i>Palythoa caribaeorum</i> na Praia de Porto de Galinhas (PE) no ano de 2012.	30

Sumário

Resumo	ix
Abstract	x
1. Introdução Geral	1
2. Objetivos	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos Específicos	4
3. Referências Bibliográficas	5
4. Manuscrito 1: Variação da biomassa clorofiliana do zoantídeo <i>Palythoa caribaeorum</i> (Duchassaing e Michelotti 1860) na Praia de Porto de Galinhas (Pernambuco, Nordeste do Brasil).	8
4.1 Abstract	8
4.2 Introdução	9
4.3 Metodologia	10
4.4 Resultados	12
4.5 Discussão	15
4.6 Referências Bibliográficas	18
5. Manuscrito 2: Análise da influência das condições ambientais nas zooxantelas do zoantídeo <i>Palythoa caribaeorum</i> (Duchassaing e Michelotti, 1860) na Praia de Porto de Galinhas – PE (Nordeste do Brasil).	23
5.1 Abstract	23
5.2 Introdução	24
5.3 Metodologia	25
5.4 Resultados	27
5.5 Discussão	31
5.6 Referências Bibliográficas	33
6. Considerações Finais	38

Resumo

As áreas recifais que se utilizam do turismo são susceptíveis às mudanças em sua fauna e flora como impactos negativos. Alguns cnidários são importantes bioindicadores de alterações físico-químicas no ecossistema. Devido a isso, foi realizada a análise da microbiota simbiote do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na Praia de Porto de Galinhas (PE) para avaliação da influência temporal e do pisoteio nesse organismo. As amostras foram coletadas mensalmente no período de junho a dezembro do ano de 2012, em áreas com pisoteio e sem pisoteio. Foram analisadas as variáveis de densidade populacional, índice mitótico, diâmetro celular e clorofilas *a* e *c* das zooxantelas e altura, quantidade e volume dos pólipos de *P. caribaeorum* associadas com alguns parâmetros abióticos (pluviosidade, temperatura, salinidade, pH e nutrientes). Foi observada variação significativa do índice mitótico, com maior média no período chuvoso ($9.38 \pm 0.62\%$) e diâmetro celular, com maior média no período de estiagem ($11.30 \pm 0.91\mu\text{m}$). A pluviosidade, a salinidade, o pH, o fosfato e o silicato exerceram uma influência significativa no índice mitótico e no diâmetro celular das zooxantelas. O volume dos pólipos apresentou diferença significativa temporal, com maiores valores no período chuvoso e também influenciou no índice mitótico e no diâmetro celular desses simbioses. A clorofila *a* variou de forma significativa entre os dois períodos estudados, apresentando maiores valores no período chuvoso. A biomassa clorofiliana (clorofilas *a* e *c*) foi influenciada pela pluviosidade, salinidade, volume dos pólipos e pelos sais nutrientes nitrato, fosfato e silicato. O pisoteio dos banhistas sobre os recifes não demonstrou influência sobre as variáveis estudadas, apesar do ecossistema recifal sofrer intensa atividade turística. O zoantídeo *P. caribaeorum* indicou uma forte adaptação aos estresses ambientais, apresentando métodos para compensar a influência da variação dos fatores abióticos, não sofrendo intervenções na capacidade fotossintética dos seus simbioses.

Palavras-chave: ambientes recifais, cnidários, dinoflagelados, simbioses, pisoteio.

Abstract

The reef areas that use tourism are susceptible to changes in flora and fauna as negative impacts. Some cnidarians are important bioindicators of physicochemical changes in the ecosystem. Because of this, analysis of the symbiotic microbiota zoanthid *Palythoa caribaeorum* in Porto de Galinhas Beach (PE) to assess the temporal influence and trampling were applied in this organism. Samples were collected monthly from June to December of the year 2012, in areas with and without trampling. The variables of population density, mitotic index, cell diameter and chlorophyll *a* and *c* of zooxanthellae and height, number and volume of polyps were analyzed for *P. caribaeorum* associated with some abiotic parameters (rainfall, temperature, salinity, pH, and nutrients). Significant variation in mitotic index was observed, with the highest average in the rainy season ($9.38 \pm 0.62\%$) and cell diameter, with the highest average in the dry season ($30.11 \pm 0.91\mu\text{m}$). Rainfall, salinity, pH, phosphate and silicate exerted a significant influence on the mitotic index and the cell diameter of the zooxanthellae. The volume of polyps showed significant temporal differences, with higher values in the rainy season and also influenced the mitotic index and the cell diameter of these symbionts. The chlorophyll *a* was significantly different between the two study periods, with higher values in the rainy season. The chlorophyllian biomass (chlorophyll *a* and *c*) was influenced by rainfall, salinity, volume of polyps and the nutrient salts nitrite, phosphate and silicate. The trampling of bathers on the reefs showed no influence on these variables, although the reef ecosystem suffer intense tourist activity. The zoanthid *P. caribaeorum* indicated a strong adaptation to environmental stresses, presenting methods to compensate the influence of the variation of abiotic factors, not suffering interventions in the photosynthetic capacity of their symbionts.

Keywords: reef environments, cnidarians, dinoflagellates, symbionts, trampling.

1. Introdução Geral

Embora correspondam a apenas 0,1% dos oceanos, os ambientes recifais são extremamente importantes por fornecerem bens e serviços às pessoas, além de abrigarem um terço da vida marinha e, também destacam-se pela sua beleza, diversidade e produtividade (LEÃO; DOMINGUEZ, 2000; KNOWLTON, 2008). Ademais, oferecem proteção efetiva para o litoral, pois absorvem grande parte da energia decorrente das ondas que incidem na praia (MANSO et al., 2003).

Aproximadamente 500 milhões de pessoas em todo o mundo dependem criticamente dos ambientes recifais para sua subsistência. Contudo, devido a essa dependência, esses ecossistemas estão sofrendo declínio pela pressão antrópica e estima-se que cerca de 20% dos ambientes recifais do mundo já estejam efetivamente destruídos (WILKINSON, 2008). As fontes de estresse que contribuem para essa problemática incluem expansão demográfica, aumento das atividades pesqueiras e do turismo, o que acarreta no pisoteio da biota local (Fig. 1), aumento nas concentrações de nutrientes no oceano e o aquecimento global que se intensificam cada vez mais ao longo das décadas, gerando um desequilíbrio na rede de interações específicas dentro e entre ecossistemas (GOLDBERG; WILKINSON, 2004; FERREIRA; MAIDA, 2006; MARKEY et al., 2007; MORA et al., 2007).

A estrutura dos recifes e o seu funcionamento, biodiversidade e resiliência são dependentes de inter-relações dinâmicas entre redes de espécies. No entanto, o nível atual de utilização desses ambientes no mundo vem interferindo de maneira predatória nos processos ecológicos dos mesmos (HUGHES et al., 2003).

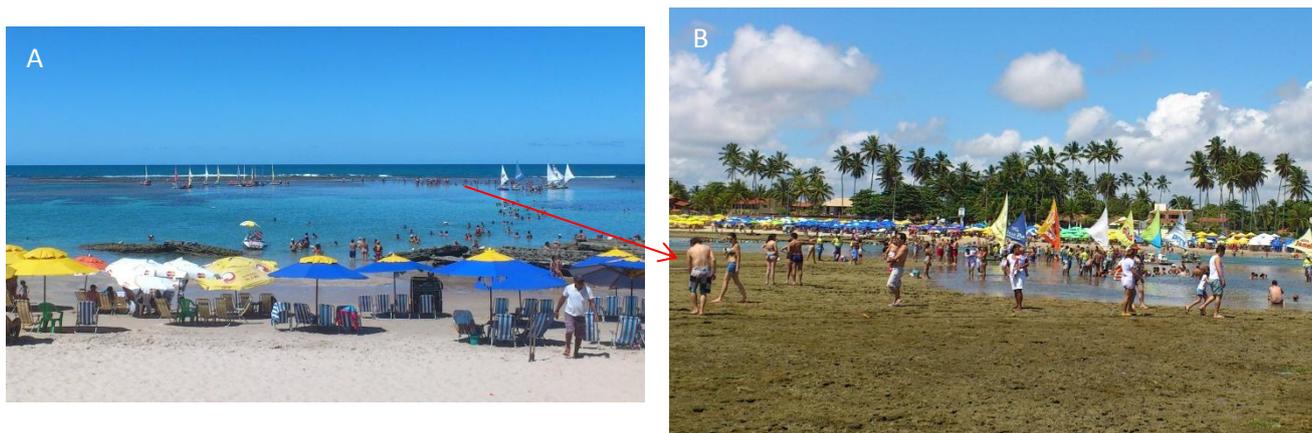


Figura 1. (A) Atividade de turismo na praia de Porto de Galinhas. (B) Turistas caminhando sobre os recifes. Fotos por: Felipe Cavalcante (2012).

Em decorrência desses problemas, algumas técnicas de monitoramento em ambientes recifais vêm sendo empregadas e aplicadas visando uma conservação desses ecossistemas marinhos, bem como a manutenção e uso adequado de seus recursos (VERON, 2000). Para isso, é extremamente importante o desenvolvimento de pesquisas que visem o monitoramento, sensibilização da comunidade que utilizam esses ambientes, além de pesquisas para ampliar o conhecimento acerca de sua biota e de como essa é influenciada pelas ações antrópicas.

Dentre os diversos organismos encontrados nos recifes de arenito podem-se destacar os cnidários. O filo Cnidaria é um conjunto bastante diverso que inclui as águas-vivas, anêmonas-do-mar, corais, zoantídeos, hidrozoários e gorgônias, separados em quatro classes: Hydrozoa, Anthozoa, Scyphozoa e Cubozoa (MIGOTTO et al., 1999; BRUSCA; BRUSCA, 2007).

Os cnidários bentônicos são de grande importância ecológica nos ambientes recifais. Isso se dá devido às associações com vários organismos, além do que os ambientes de substratos consolidados promovem maior estabilidade e proteção a esses animais (BAYER, 1961).

A ordem Zoanthidea (pertencente à classe Anthozoa) é caracterizada por organismos com formas coloniais (em sua maioria), com duas coroas de tentáculos e um sifonoglifo (SINNIGER et al., 2005). Além disso, apresenta uma tendência a formar colônias de pólipos e um arranjo de septos radiais internos (RYLAND; LANCASTER, 2003). Os indivíduos da colônia são unidos através de estolões, o que permite a comunicação entre as cavidades gástricas dos diversos pólipos (HERBERTS, 1987).

Zoantídeos do gênero *Palythoa* secretam uma das mais poderosas substâncias tóxicas de todos os animais marinhos, conhecida por palitoxina. Essa toxina está presente no muco desses animais e pode estar relacionada com os mecanismos de defesa e aquisição de espaço desses organismos (KARLSON, 1980; GLEIBS et al., 1995; HARPER et al., 2001).

A distribuição da espécie de zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing e Michelotti 1860) (Fig. 2) nas diversas comunidades bentônicas é decorrente de fatores ambientais como, por exemplo, zona recifal, natureza do sedimento, hidrodinâmica, salinidade, temperatura e luminosidade (RYLAND; MUYIRHEAD, 1993). Suas colônias são formadas por inúmeros pólipos de forma irregular em uma espessa camada de tecido e sua coloração natural é amarelo-opaca ou marrom (HETZEL; CASTRO, 1994). O tamanho do pólipos é geralmente uma característica da colônia e pode estar relacionado com o seu habitat. Sua nutrição é baseada principalmente no consumo de zooplâncton (SEBENS, 1977).

Contudo, além do zooplâncton ingerido por esses animais, grande parte da sua obtenção de energia também é baseada na simbiose com as zooxantelas, que são dinoflagelados simbiontes pertencentes ao gênero *Symbiodinium* (FREUDENTHAL, 1962; BAKER; ROWAN, 1997).

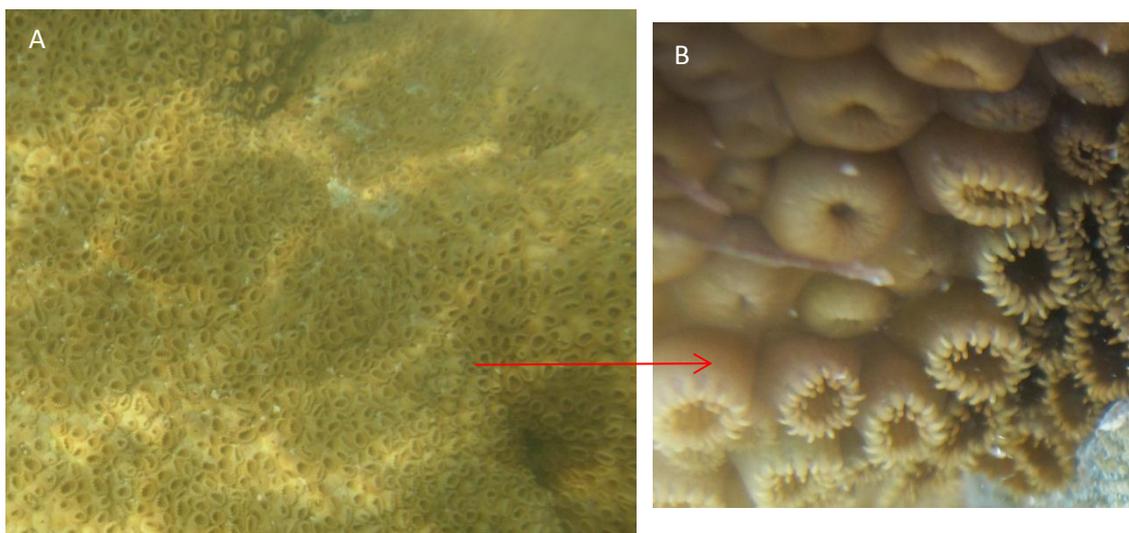


Figura 2. (A) Colônia da espécie de zoantídeo *Palythoa caribaeorum*. (B) Detalhe dos pólipos de *Palythoa caribaeorum*. Fotos por: Sawana Borges (2012).

As zooxantelas são bastante influenciadas de acordo com a variação dos parâmetros ambientais. Sendo assim, apresentam oscilações em suas características celulares decorrentes da variação da salinidade, temperatura, turbidez e nutrientes. Aproximadamente 60% a 98% dos carboidratos usados na nutrição dos cnidários são oriundos dessa simbiose (SEBENS, 1977). Portanto, os problemas ambientais ocasionados por essas variações são extremamente sérios no que diz respeito às zooxantelas e sua contribuição para a saúde dos cnidários. (LEÃO; DOMINGUEZ, 2000; COSTA et al., 2004). A relação de associação entre organismos sejam móveis ou não, é benéfica para o equilíbrio biológico dos ecossistemas marinhos, tendo contribuição relevante na produção primária e ciclagem de nutrientes nesses ambientes (MARSH, 1970).

No Brasil, as análises de parâmetros importantes das zooxantelas, como quantificação da densidade populacional, índice mitótico, diâmetro celular e clorofila (*a* e *c*), além de aspectos morfométricos das colônias de cnidários, geralmente são associados com parâmetros abióticos em escalas espaço-temporais (AMARAL; COSTA, 1998; COSTA et al., 2004; COSTA et al., 2005; COSTA et al., 2008, CAVALCANTE; AMARAL, 2013). Em contrapartida, a lacuna de estudos com a dinâmica das zooxantelas sob diferentes estresses antrópicos (como por exemplo, o pisoteio) dificulta o conhecimento da resposta sobre sua associação simbiótica, pois pouco se sabe das adaptações desses microrganismos em regiões impactadas na costa brasileira.

Os ecossistemas recifais situados próximos aos grandes centros urbanos são alvo da degradação de origem antrópica, como, por exemplo, a poluição, o assoreamento

proveniente da erosão, a pesca predatória, o processo de urbanização costeira e o turismo não planejado (BRYANT et al., 1998; MORELOK et al, 2001).

No Nordeste brasileiro, especificamente na Praia de Porto de Galinhas, já foi observado que a caminhada dos turistas sobre os recifes interfere negativamente em alguns parâmetros ecológicos dos recifes (SARMENTO; SANTOS, 2012). Dessa forma, para o litoral pernambucano, a referida praia merece destaque, já que recebe um grande número de visitantes ao longo do ano, tendo um elevado pisoteio em seus recifes.

Portanto, é de elevada importância um estudo para análise da influência dos parâmetros ambientais e do pisoteio no zoantídeo *P. caribaeorum*, para identificar sua interferência nas zooxantelas e em seu padrão de comportamento.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Analisar a microbiota simbiote do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na Praia de Porto de Galinhas (Pernambuco – Brasil) sob diferentes influências espaço-temporais.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a densidade populacional, índice mitótico, diâmetro celular e clorofilas (*a* e *c*) sobre influência dos períodos chuvoso e de estiagem;
- Avaliar a densidade populacional, índice mitótico, diâmetro celular e clorofilas (*a* e *c*) das zooxantelas entre as áreas pisoteadas e não pisoteadas;
- Comparar a altura, a quantidade e o volume dos pólipos de *P. caribaeorum* entre as duas áreas estudadas;
- Comparar a altura, a quantidade e o volume dos pólipos de *P. caribaeorum* entre os dois períodos estudados;
- Verificar os parâmetros abióticos (pluviosidade, temperatura, salinidade, pH e nutrientes) nos dois períodos estudados;
- Relacionar os parâmetros abióticos com a densidade populacional, índice mitótico, diâmetro celular e clorofilas (*a* e *c*) das zooxantelas e com a altura, a quantidade e o volume dos pólipos de *P. caribaeorum*.

3. Referências Bibliográficas

AMARAL, F. D.; COSTA, C. F. Zooxantelas dos hidrocorais *Millepora alcicornis* e *Millepora braziliensis* e dos corais *Favia grvida* e *Siderastrea stellata* de Pernambuco. **Trab. Oceanogr**, v. 26, n. 1, p. 123 - 133. 1998.

BAKER, A. C.; ROWAN, R. Diversity of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae) in scleractinian corals of the Caribbean and Eastern Pacific. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, 2: 1301 - 1306. 1997.

BAYER, F.M. The Shallow-Water Octocorallia of the West Indian Region. **Martinus Nejhoff**, 400p. 1961.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. Guanabara Koogan, 968p., Rio de Janeiro. 2007.

BRYANT, D.; BURKE, L.; McMANUS J.; SPALDING, M. Reefs at risk. Washington: **World Resources Institute**, 56 p. 1998.

CAVALCANTE, F. R. B.; AMARAL, F. M. D. Variação das zooxantelas e branqueamento no hidróide calcário *Millepora alcicornis* linnaeus, 1758 nos recifes de Porto de Galinhas - nordeste brasileiro. **Trop. Oceanogr**, p. 1 – 11. 2013.

COSTA, C. F., SASSI, R.; AMARAL, F. D. Population density and photosynthetic pigment content in symbiotic dinoflagellates in the Brazilian scleractinian coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767). **Braz. j. Oceanogr.**, 52 (2): 1-7. 2004.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; AMARAL, F. D. Annual cycle of symbiotic dinoflagellates from three species of scleractinian corals from coastal reefs of northeastern Brazil. **Coral Reefs**, 24: 191-193. 2005.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; GORLACH-LIRA, K. Uma abordagem metodológica para o estudo das zooxantelas de corais do Brasil. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, 21: 83-94. 2008.

FERREIRA, B.P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil – situação atual e perspectivas**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 120 p. 2006.

FREUDENTHAL, H. Symbiodinium gen. nov. and Symbiodinium microadriaticum sp. nov., a zooxanthellae: taxonomy, life cycle and morphology. **J. Protozool.**, 9 (1): 45-52, 1962.

GLEIBS, S.; MEBS, D.; WERDING, B. Studies on the origin and distribution of palytoxin in a Caribbean. **Coral reef. Toxicon**, 33: 1531-1537. 1995.

GOLDBERG, J.; WILKINSON, C. Global threats to coral reefs: coral bleaching, global climate change, disease, predator plagues, and invasive species. In: WILKINSON, C. (Ed.) **Status of Coral Reefs of the World**. Australian Institute of Marine Science, Townsville-Australia. p. 67-92. 2004.

HARPER, M. K.; BUGUI, T. S.; COPP, B. R.; JAMES, R. B.; LINDSAY, B. S.; RICHARDSON, A. D. Introduction to the chemical ecology of marine natural. In: McClintock, J. B.; Baker, B. S. (eds.). **Mar. Chem. Ecol.**, CRS Press, p. 3 - 69. 2001.

HERBERTS, C. Order des Zoanthaires. Anatomic, sistemaugue, biologie. **Cnidaires-Anthozoa**, p. 783-810. 1987.

HETZEL, B.; CASTRO, C. B. **Corais do Sul da Bahia**. Editora Nova Fronteira, 189 pp., 1994.

HUGHES, T. P.; BAIRD, A. H.; BELLWOOD, D. R.; CARD, M.; CONNOLLY, S. R.; FOLKE, C.; GROSBERG, R.; HOEGH-GULDBERG, O.; JACKSON, J. B. C.; KLEYPAS, J.; LOUGH, J. M.; MARSHALL, P.; NYSTRÖM, M.; PALUMBI, S. R.; PANDOLFI, J. M.; ROSEN, B.; ROUGHGARDEN, J. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. **Science**, v. 301, p. 929-933. 2003.

KARLSON, R. H. Alternative competitive strategies in a periodically disturbed habitat. **Bull. Mar. Sci.**, Coral Gables, 30: 894-900. 1980.

KNOWLTON, N. Coral reefs. **Curr. Biol.** v.18 n.1, p.18-21. 2008.

LEÃO, Z. M. A. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. Tropical coast Brazil. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 41. 2000.

MANSO, V. A. V.; CORRÊA, I. C. S.; GUERRA, N. C. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos – Litoral sul de Pernambuco, Brasil. **PSQ**, 30 (2): 17-25. 2003.

MARKEY, K. L.; BAIRD, A. H.; HUMPHREY, C.; NEGRI, A. P. Insecticides and a fungicide affect multiple coral life stages. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 330, p. 127-137. 2007.

MARSH, J. A. Primary productivity of reef building calcareous red algae. **Ecology**. Durham, v. 51, p. 255-263. 1970.

MIGOTTO, A.; SILVEIRA, F. L. da, SCHLENZ, E. ; FREITAS, J. C. de. Filo Cnidaria.. In: Migotto, A. E.; Tiago, C. G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**. v.3. Invertebrados Marinhos. São Paulo: FAPESP. 310 pp. 1999.

MORA, C.; METZKER, R.; ROLLO, A.; MYERS, R. A. Experimental simulations about the effects of habitat fragmentation and overexploitation on populations facing environmental warming. **Proc. R. Soc. B**. v.274, p.1023–1028. 2007.

MORELOCK, J., RAMÍREZ, W.R., BRUCKNER, A.W., AND CARLO, M. Status of Coral Reefs Southwest Puerto Rico. **Caribbean Journal of Science**, Special publication 4, 57. 2001.

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

RYLAND, J. S.; MUYIRHEAD, A. Order Zoanthidea. **A coral reef hand-book**, p. 52-58. 1993.

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

SEBENS, K. P. Autotrophic and heterotrophic nutrition of coral reef zoanths. **Proc. 3th Int Coral Reef Symp.** Miami, 307 – 404.

SINNIGER, F.; MONTOYA-BURGOS, J. I.; CHEVALDONNE, P.; PAWLOWSKI, J. Phylogeny of the order Zoantharia (Anthozoa, Hexacorallia) based on the mitochondrial ribosomal genes. **Mar. Biol.**, 147: 1121-1128. 2005.

VERON, J.E.N. **Corals of the World**. Australian Institute of Marine Science (AIMS), v.1. 490 pp. 2000.

**Variação da biomassa clorofiliana do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*
(Duchassaing e Michelotti 1860) na Praia de Porto de Galinhas (Pernambuco,
Nordeste do Brasil)**

Borges, S. C. A.^{1*}; Cavalcante, F. R. B.¹; Silva-Cunha, M. G. G.¹; Feitosa, F. A. N.¹

1. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Oceanografia. Laboratório de Fitoplâncton. Avenida Professor Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, PE, CEP: 50670-901. *Autor de correspondência: sawana_ufrpe@hotmail.com

Abstract

The present study aimed to analyze the chlorophyllian biomass of zooxanthellae in the zoanthid *Palythoa caribaeorum* to evaluate the possible influence of seasonality, environmental conditions and trampling on their concentrations. The study was conducted on the reef environment of Porto de Galinhas beach (PE) (8°33'33"S e 34°59'00"W), located on the southern coast of Pernambuco. Monthly samples were collected between June and December 2012. Chlorophyll *a* varied significantly between the two study periods, with higher values in the rainy season, but did not differ between trampled and non-trampled areas. The chlorophyllian biomass also showed a positive correlation with pluviosity and salinity. Regarding nutrient salts, a negative correlation between the chlorophyll *a* and *c* with nitrite, phosphate and silicate was observed. Analyzing the morphometric parameters of *P. Caribaeorum* revealed a significant difference in the volume of polyps in relation to seasonality, which showed higher values in the rainy season. A positive correlation of this parameter with the amounts of chlorophylls *a* and *c* was also displayed.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar a biomassa clorofiliana das zooxantelas do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* para avaliação da possível influência da sazonalidade, das condições ambientais e do pisoteio em suas concentrações. O estudo foi realizado no ambiente recifal da praia de Porto de Galinhas (PE) (8°33'33"S e 34°59'00"W), localizada no litoral sul de Pernambuco. Coletas mensais foram realizadas entre junho e dezembro de 2012. A clorofila *a* variou de forma significativa entre os dois períodos estudados, apresentando maiores valores no período chuvoso, porém não diferiu entre as áreas pisoteada e não pisoteada. A biomassa clorofiliana ainda apresentou correlação positiva com a pluviosidade e a salinidade. Em relação aos sais nutrientes, foi observada uma correlação negativa entre as clorofilas *a* e *c* com o nitrito, o fosfato e o silicato. Analisando os parâmetros morfométricos de *P. caribaeorum*, observou-se uma diferença significativa do volume dos pólipos em relação à sazonalidade, que demonstrou maiores valores no período chuvoso. Também foi visualizada uma correlação positiva desse parâmetro com as quantidades de clorofilas *a* e *c*.

Palavras-chave: ambientes recifais, cnidários, dinoflagelados, simbioses, pisoteio.

Introdução

Palythoa caribaeorum (Duchassaing e Michelotti, 1860) é uma espécie de zoantídeo facilmente encontrada nos recifes brasileiros além de ser muito abundante nos mesmos (BOSCOLO e SILVEIRA, 2005), em especial para a região nordeste do Brasil. Os zoantídeos do gênero *Palythoa* secretam uma das mais poderosas substâncias tóxicas entre os animais marinhos. Essa substância é chamada de palitoxina, sendo encontrada no muco liberado pelo animal e pode estar relacionada com os mecanismos de defesa e aquisição de espaço (KARLSON, 1983).

Assim como vários outros cnidários, os zoantídeos mantêm associação com dinoflagelados endossimbiontes encontrados na gastroderme, principalmente nos tentáculos e disco oral (ELOY, 2005). Esses dinoflagelados, comumente chamados de zooxantelas, são representados em sua maioria pelo gênero *Symbiodinium* (BAKER et al., 1997). Esses endossimbiontes fotossintéticos se ajustam em decorrência dos parâmetros ambientais, principalmente no que diz respeito à luz e profundidade do ambiente, onde seus hospedeiros se encontram. De acordo com esses fatores, essas microalgas podem modificar sua densidade populacional, morfologia e pigmentos fotossintetizantes (IGLESIAS-PRIETO e TRENCH, 1997).

Muscatine (1974) e Goreau et al. (1979) afirmam, ainda, que a produção primária realizada pelas zooxantelas com os cnidários é de extrema importância para a vida e crescimento da comunidade recifal. Dessa forma, através dessa associação e da produção resultante, os cnidários possuem praticamente toda a manutenção energética que necessitam.

Um dos principais impactos sobre os recifes brasileiros está relacionado às atividades humanas, tais como o desenvolvimento urbano descontrolado e atividades turísticas mal planejadas (MAIDA e FERREIRA, 1997; COSTA JR. et al. 2007). Embora o desenvolvimento destas atividades seja regulamentado no Brasil, poucas pesquisas foram realizadas para avaliar a extensão dos seus impactos.

Na região Nordeste brasileira, as formações dos recifes localizados em Porto de Galinhas e praias adjacentes no estado de Pernambuco é um dos destinos turísticos mais visitados do país. Esses recifes são de fácil acesso, localizando-se perto da costa, o que permite que milhares de pessoas, o ano todo, desembarquem e caminhem sobre eles na maré baixa (ALCANTARA et al. 2004). O pisoteio sobre os recifes tem sido uma atividade comum e crescente em muitos ecossistemas costeiros, estando associado a diferentes tipos de atividades ao ar livre (HARDIMAN e BURGIN 2010). Dessa forma, por Porto de Galinhas ser uma praia bastante visitada, é imprescindível um estudo sobre as condições ambientais e como essas podem influenciar na biota. Portanto, Porto de Galinhas tornou-se alvo de visita turística diária e torna-se necessário o monitoramento da qualidade ambiental para que haja um planejamento da conservação e preservação da biota recifal. E uma das ferramentas para avaliação dos impactos por pisoteio é a análise da biomassa clorofiliana presente em um zoantídeo.

Metodologia

Área de estudo

O trabalho foi realizado no ambiente recifal da Praia de Porto de Galinhas (8°33'33"S e 34°59'00"W), localizada no litoral sul de Pernambuco, com distância de 64 km de Recife (Fig. 1). A referida praia está localizada no município de Ipojuca e possui uma população fixa de cerca de 6 mil habitantes e um fluxo mensal de 65 mil turistas na alta estação (MENDONÇA, 2004). Apresenta formações recifais características da costa pernambucana, correspondendo a linhas de *beachrocks*, geralmente paralelas à costa, que servem de substrato para desenvolvimento de algas e corais (MANSO et al., 2003). Caracteriza-se por possuir piscinas naturais que recebem visitaçaõ de turistas durante todo o ano, principalmente na alta estação. Porém, devido a esse elevado número, a caminhada dos turistas sobre os recifes, além da pesca e dos mergulhos, pode estar causando algum impacto sobre a biota local (PÉREZ et al., 2005).



Figura 1. Mapa da Praia de Porto de Galinhas – PE (adaptado de GOMES et al., 2012).

A Prefeitura do Ipojuca através da Secretaria de Meio Ambiente, delimitaram áreas em que os banhistas, que visitam o local, podem caminhar e conhecer o ambiente. Uma parcela dos recifes foi caracterizada com visitaçaõ proibida, a fim de se conservar sua comunidade bentônica (Fig. 2).

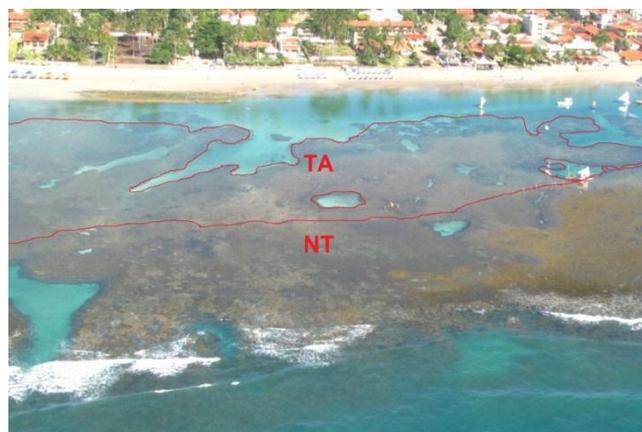


Figura 2. Vista aérea dos recifes da Praia de Porto de Galinhas – PE. (TA) Área pisoteada: Corresponde à área em que os banhistas podem caminhar. (NT) Área não pisoteada: Corresponde à área com caminhada proibida. Foto: Maria Danise de Oliveira Alves.

Coleta e análise de dados

O estudo foi desenvolvido ao longo de três meses de período chuvoso (junho, julho e agosto de 2012) e três de estiagem (outubro, novembro e dezembro de 2012). Foram coletadas mensalmente oito amostras do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*, sendo quatro no recife pisoteado e quatro no recife não pisoteado, totalizando 48 amostras. As colônias, expostas na maré baixa, foram selecionadas aleatoriamente a uma distância de no mínimo 2 m entre elas, para evitar a coleta de clones (AMARAL et al., 1997). Cada fragmento foi previamente demarcado com um marcador circular com 3,14 cm² de área utilizado para padronizar a área superficial de tecido coletado. Com auxílio de bisturi e pinça realizou-se os cortes e a extração dos fragmentos que foram imediatamente guardados em frascos individuais devidamente etiquetados, contendo água do mar previamente filtrada em filtros GF/C da Whatman.

Em laboratório, as amostras foram lavadas com água do mar filtrada para retirada de organismos epibiontes, sedimento e outros materiais eventualmente aderidos em sua superfície. Foi anotado o número de pólipos de cada amostra para efeito comparativo de variação de número de pólipos por amostra, e também se mediu os volumes das colônias e alturas dos pólipos, para posterior comparação com a biomassa clorofiliana.

As colônias foram mecanicamente maceradas com auxílio de bastão de vidro e bisturi, sendo diluídas e homogeneizadas em 40 mL de água do mar previamente filtrada. Os homogeneizados foram separados em tubo de ensaio para análise de clorofila *a* e *c*, sendo centrifugados (cinco vezes) a uma velocidade de 6.000 rpm por cinco minutos em temperatura ambiente. Desprezou-se o sobrenadante e com o precipitado final foram extraídos os pigmentos fotossintetizantes adicionando-se 10 ml de Acetona a 90% em cada amostra obtida. Após essa etapa, cada tubo de ensaio foi revestido em folha de alumínio e imediatamente colocado no freezer por um período de 24 horas para completa extração dos pigmentos. Depois desse período, as amostras foram retiradas do freezer e centrifugadas em uma velocidade de 6.000 rpm durante 5 minutos (COSTA et al., 2008). O sobrenadante foi colocado em cubetas de quartzo de 1,0 cm de caminho ótico e levado a um espectrofotômetro (JEFFREY-WELSCHMEYER, 1997), utilizando os comprimentos de ondas de 630 nm, 645 nm, 665 nm e 750 nm.

No decorrer do trabalho foram aferidas algumas variáveis ambientais. Os dados pluviométricos foram adquiridos através da estação meteorológica de Porto de Galinhas, distante cerca de 6 km da área estudada, através da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC/PE).

A temperatura da água foi determinada com o uso de um termômetro comum com escala de -10 e 60°C. A salinidade foi medida utilizando-se um refratômetro manual da Atago, modelo S/Mill-E com escala variando de 0 a 100 e intervalo de 1. O

potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado através do pH-metro Hanna instruments (modelo 8417).

Para análise de sais dissolvidos na água, os teores de nitrito, nitrato e fosfato foram analisados baseados na técnica de Strickland e Parsons (1972) e o silicato de acordo com Grasshoff et al. (1983).

Análise estatística

A análise dos dados foi feita no programa Statistica 7.0, onde foram testadas inicialmente a homocedasticidade dos dados a partir do teste de Levene. Em relação às variações encontradas entre áreas pisoteadas e não pisoteadas, foram aplicados o Teste “t” de Student para análise da clorofila *a*, volume dos pólipos e altura dos pólipos; e o teste de Mann-Whitney para clorofila *c* e quantidades de pólipos. Em relação ao período de estiagem e chuvoso, o teste “t” de Student foi utilizado para todas as variáveis bióticas e abióticas (com exceção do silicato, que foi utilizado o teste de Mann-Whitney). Ainda foram realizados testes de correlação de Spearman entre as quantidades de clorofila *a* com os parâmetros pluviosidade, temperatura, salinidade, pH, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, volume e quantidade de pólipos. O mesmo foi feito em relação à clorofila *c*, com exceção da salinidade e do volume dos pólipos, que se utilizou a correlação de Pearson. Para a análise da clorofila *a* e *c* com altura dos pólipos, também foi utilizada a correlação de Pearson. Todas as análises utilizaram índice de significância de 5% (ZAR, 1996).

Resultados

Biomassa clorofiliana

A biomassa clorofiliana das zooxantelas de *Palythoa caribaeorum* (Fig. 3) apresentou diferença significativa em relação à clorofila *a* entre os períodos estudados ($p < 0.05$). A clorofila *c* não apresentou diferenças significativas entre os períodos chuvoso e de estiagem ($p \geq 0.05$). Em relação às clorofilas *a* e *c*, ambas não apresentaram diferenças entre as áreas pisoteada e não pisoteada.

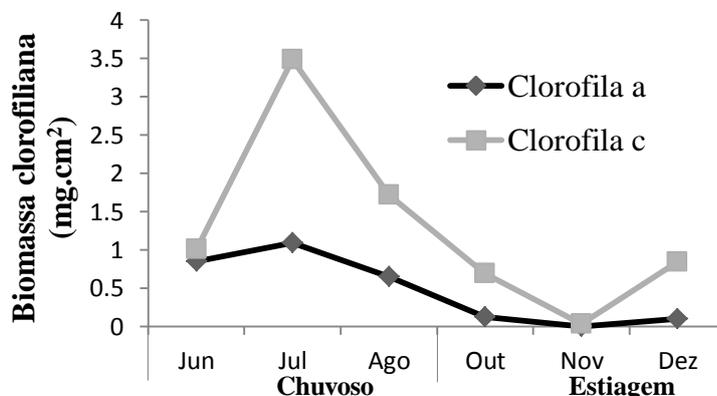


Figura 3. Biomassa clorofiliana das zooxantelas de *Palythoa caribaeorum* nos recifes de Porto de Galinhas, nos meses de coleta de 2012.

Pluviometria

O regime de chuva no período estudado esteve dentro do padrão de precipitação pluviométrica da região. Nos meses de coleta, a maior precipitação ocorreu no mês de junho com 284.5 mm e a menor no mês de novembro com 12 mm (Fig. 4). As quantidades de clorofilas *a* e *c* apresentaram correlação positiva com a pluviosidade ($r=0.60$ e $r=0.58$, respectivamente).

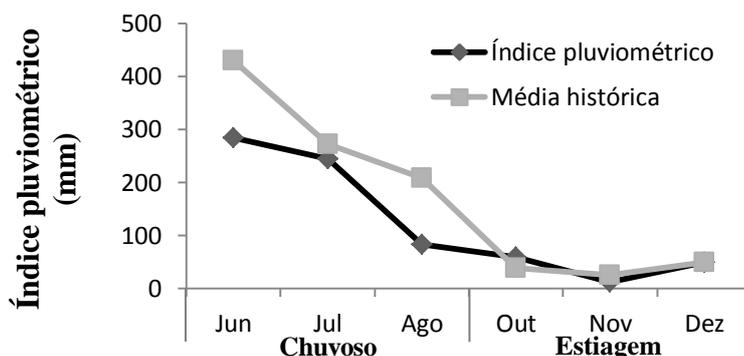


Figura 4. Dados pluviométricos da Estação Experimental de Ipojuca-PE dos meses de coleta do ano de 2012 e a média histórica mensal (2002 a 2011). APAC/PE.

Temperatura superficial da água do mar

A temperatura média da água do mar se apresentou em 27.33°C no período chuvoso (mínima de 27°C e máxima de 28°C) e 29.33°C no período de estiagem (mínima de 25°C e máxima de 33°C). Não houve diferença significativa em relação à temperatura entre os dois períodos estudados, indicando baixa oscilação, não sendo possível identificar um padrão sazonal definido (Fig. 5). Foi encontrada correlação negativa entre as quantidades de clorofilas *a* e a temperatura da água do mar ($r=-0.33$). Para a clorofila *c* não foi encontrada correlação.

Salinidade da água do mar

A salinidade da água no período estudado variou entre 36 em dezembro e 39 em julho de 2012 (Fig. 5). Não houve diferença significativa entre os dois períodos estudados, não apresentando variação sazonal típica.

Foi observada uma correlação positiva entre a quantidade de clorofila *a* e a salinidade ($r=0.42$), e, também, entre a quantidade de clorofila *c* e a salinidade ($r=0.43$).

Potencial hidrogeniônico

O pH da água do mar esteve sempre alcalino, com média de 8,18 (Fig. 5), variando de 8,05 (julho) a 8,39 (dezembro).

Foi observada correlação negativa entre o pH e a quantidade de clorofila *a* e *c* ($r=-0.59$ e $r=-0.40$, respectivamente).

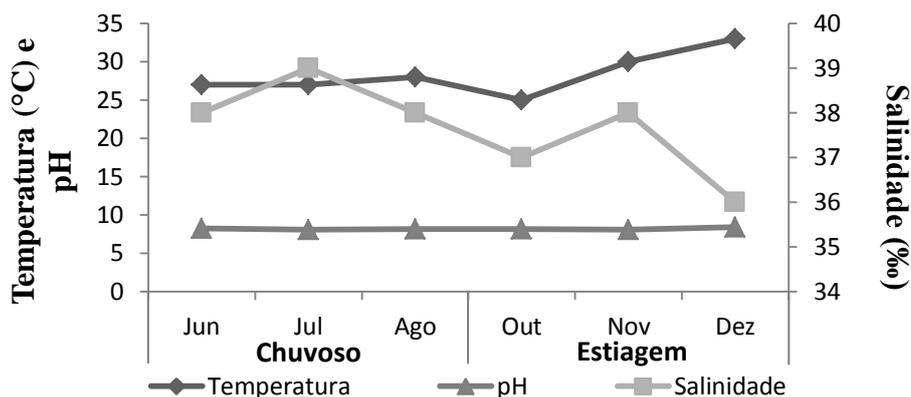


Figura 5. Valores de temperatura, salinidade e pH da água do mar no ano de 2012.

Sais nutrientes

Em relação ao nitrito (Fig. 6), não houve diferença significativa entre os dois períodos estudados ($p \geq 0.05$). Os teores de nitrito variaram de 0.01 a 0.11 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Não foi observada correlação dos seus teores com os valores de clorofila *a* e de clorofila *c*.

Analisando os teores de nitrato (Fig. 6), que variaram de 0.3 a 3.23 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, não foi encontrada diferença significativa entre os dois períodos estudados ($p \geq 0.05$). Foi observada uma correlação negativa com os seus teores e os valores das clorofilas *a* e *c* ($r = -0.45$ e $r = -0.36$, respectivamente).

Em relação ao fosfato (Fig. 6), seus teores variaram de 0.12 a 0.35 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ e não foi observada uma diferença significativa entre os períodos chuvoso e de estiagem ($p \geq 0.05$). Foi encontrada uma correlação negativa entre o fosfato e a quantidade de clorofila *a* ($r = -0.46$). Para a clorofila *c* não foi encontrada correlação com o fosfato.

Para o silicato (Fig. 6), com variação de 3.07 a 42.21 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, também não foi encontrada uma diferença significativa entre os dois períodos de estudo ($p \geq 0.05$). Observou-se correlação dos seus teores com as clorofilas *a* e *c* ($r = -0.59$ e $r = -0.40$).

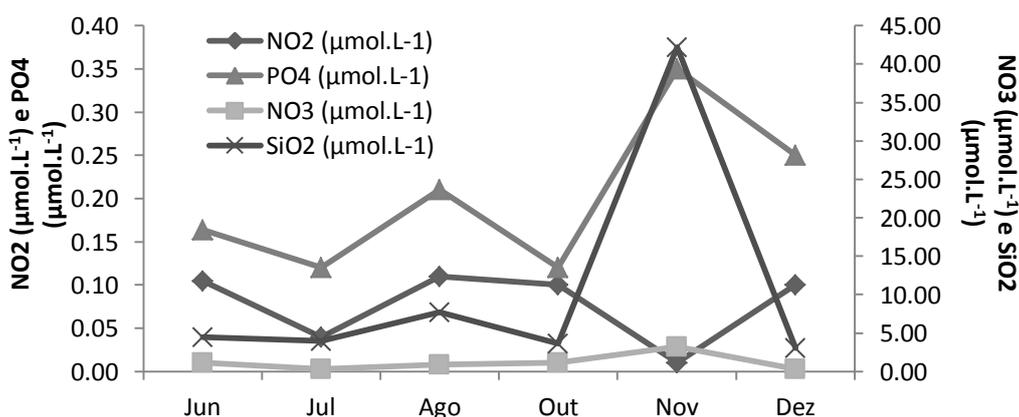


Figura 6. Teores de nutrientes da praia de Porto de Galinhas no ano de 2012.

Parâmetros morfométricos de *P. caribaeorum*

Os volumes dos pólipos (Fig. 7) variaram significativamente entre os períodos chuvoso e de estiagem ($p < 0.05$), porém, comparando esses mesmos valores entre as áreas pisoteadas e não pisoteadas, não foi encontrada diferença. Correlacionaram-se os volumes dos pólipos coletados com as quantidades de clorofila *a* e *c*. Foi observado que existe uma correlação positiva do volume dos pólipos com a quantidade de clorofila *a* ($r = 0.50$), bem como com a quantidade de clorofila *c* ($r = 0.34$). Sendo assim, quanto maior o volume dos pólipos, maiores serão as quantidades de clorofila *a* e *c* presentes no tecido de *P. caribaeorum*.

Em relação à quantidade de pólipos (Fig. 7), não houve diferença entre os dois períodos estudados ($p \geq 0.05$), bem como entre as áreas pisoteada e não pisoteada ($p \geq 0.05$). Também não foi encontrada correlação entre a quantidade de pólipos presente em cada amostra com as quantidades de clorofilas *a* e *c*.

Para a altura dos pólipos (Fig. 7) não foi encontrada diferença entre os períodos de estudo e entre as áreas estudadas ($p \geq 0.05$). Também não houve correlação da altura dos pólipos com os valores de clorofilas *a* e *c*.

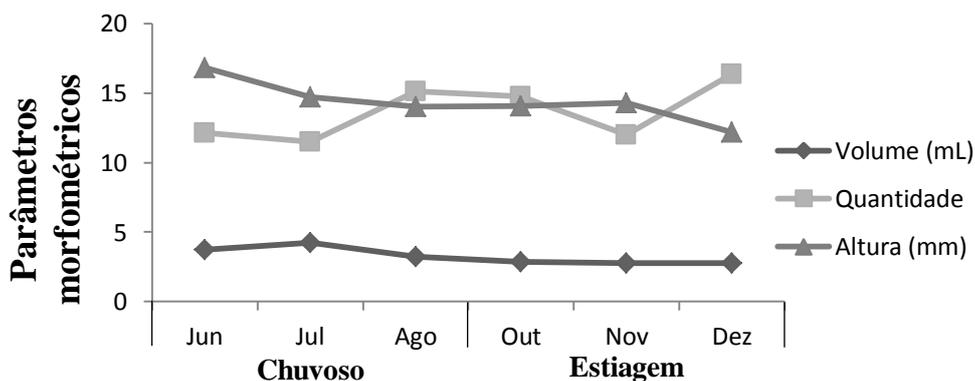


Figura 7. Médias dos valores de parâmetros morfométricos de *Palythoa caribaeorum*.

Discussão

Ficou evidenciado que existe um ciclo anual da clorofila *a* do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*, que no geral segue o padrão climatológico local, demonstrando valores mais elevados no período chuvoso (junho a agosto de 2012) e menores no período de estiagem (outubro a dezembro de 2012). No estudo de Costa et al. (2004) nos recifes de Picãozinho (PB), observou-se que o coral *Montastrea cavernosa* apresentou maiores valores de pigmentos fotossintetizantes no período de estiagem, contrastando com o presente estudo com *P. caribaeorum*. Dessa forma, pode-se evidenciar uma diferença nas concentrações desse pigmento ao longo do ano de acordo com a espécie do hospedeiro.

Segundo Machado (2007), nos recifes de Porto de Galinhas, devido sua localização costeira, ocorre no período chuvoso um carreamento de elementos terrígenos devido à influência de descargas pluviais e um maior aporte de nutrientes

decorrentes do rio Maracaípe, além da ressuspensão de sedimentos com a oscilação de marés. Dessa forma, com o aumento da turbidez, ocorre uma diminuição da capacidade de penetração da luz na água, o que pode comprometer a fotossíntese. Em resposta a essas variações e como forma de compensação, as zooxantelas aumentam a concentração de pigmentos, com o objetivo de manter os níveis fotossintéticos de maneira adequada às suas necessidades metabólicas e, também, a de seus hospedeiros (FITT et al., 2000).

Foi observado no presente trabalho que quanto maior a temperatura da água do mar, menor a quantidade de pigmentos fotossintetizantes. Fitt et al. (2000) observaram que há uma diminuição na densidade de zooxantelas e seus pigmentos quando há a aumento da temperatura, o que pode ser letal ao hospedeiro, corroborando com esse estudo. Isso ocorre devido à perda de simbiontes, de pigmentos fotossintéticos ou ambos, levando ao branqueamento (GLYNN, 1993). A temperatura da água do mar é um fator abiótico de grande importância na produtividade biológica do ambiente marinho, se tornando limitante na distribuição geográfica de muitas espécies animais e vegetais (SIPAUBA-TAVARES, 1998). Estresses térmicos podem quebrar a relação simbiótica entre o cnidário e a zooxantela, interrompendo a fotossíntese (LESSER, 1996). Quanto maior o tempo ou mais intenso for essa variação termal, maior a chance do hospedeiro morrer por doenças ou outros estresses (ROHWER e YOULE, 2010).

Assim como a temperatura, a salinidade superficial da água da região de estudo variou pouco ao longo do ano. Em relação à biomassa clorofiliana, essa apresentou uma correlação positiva com a salinidade, o que indica que quanto maior a salinidade, maior será a biomassa clorofiliana. Da mesma forma, O pH em Porto de Galinhas também apresentou pouca variação e esteve sempre alcalino (>8). Outros estudos com ambientes recifais corroboram com o pH alcalino encontrado no presente trabalho, como, por exemplo, Machado et al. (2007); Feitosa e Bastos (2007), Mayal et al. (2009) e Jales et al. (2012).

A maioria dos dinoflagelados encontra-se em ambientes com condições estáveis e a maior diversidade das espécies é encontrada em águas com baixas concentrações de sais nutrientes (MARGALEF e VIVES, 1972). O enriquecimento de nutrientes na água é uma das ameaças mais significativas nos ecossistemas recifais. Isso ocorre porque o aumento da concentração de nutrientes, decorrentes das atividades humanas nas zonas costeiras, promove a eutrofização e a deposição de sedimentos nesses ambientes (SMANTZ, 2002; FABRICIUS, 2006). Esses fatores potencializam um desequilíbrio do habitat dos invertebrados marinhos, causado por um maior crescimento algal, mesmo sob intensa herbivoria (LITTLER et al., 2006). Além disso, o aumento da concentração de nutrientes promove uma maior incidência de um número cada vez maior de doenças que afetam os cnidários (BRUNO et al., 2003). Os resultados do presente trabalho corroboram com esses estudos, evidenciado pela correlação negativa das quantidades de clorofilas *a* e *c* do zoantídeo *P. caribaeorum*, com três nutrientes analisados (nitrito, fosfato e silicato). Ademais, os nutrientes não diferiram significativamente entre os dois períodos estudados, indicando que a sazonalidade no ambiente em questão não influenciou em sua quantidade nos recifes.

Os parâmetros morfométricos de *P. caribaeorum* não diferiram significativamente em relação à sazonalidade, exceto o volume das amostras, que apresentou valores maiores no período chuvoso. Anthony (2000) observou que cnidários de águas mais turvas tendem a apresentar uma maior dependência a heterotrofia, indicando uma adaptação destes animais a maior oferta de presas planctônicas ou a menor disponibilidade de luz nestes ambientes. Os cnidários são animais que usam também a energia de fontes heterotróficas para balancear suas necessidades metabólicas, o que estabelece um importante meio de aquisição de nutrientes tanto para o hospedeiro quanto para a zooxantela (ANTHONY e FABRICIUS, 2000).

De acordo com Hoogenboom et al. (2012), a heterotrofia reduz os efeitos de estresses ambientais sobre os pigmento fotossintetizante das zooxantelas. Isso é explicado pela possibilidade desses animais armazenarem grande volume energético, sob a forma de lipídios e proteínas em seus tecidos (HOULBRÈQUE e FERRIER-PAGÈS, 2010; TOLOSA et al., 2011). Desta forma, o maior volume dos pólipos durante o período chuvoso pode estar relacionado com uma maior alimentação heterotrófica para que as zooxantelas usufruam dessas reservas, restabelecendo, assim, o seu conteúdo pigmentar (FREITAS et al., 2012).

Dustan (1979), estudando *Montastrea annularis*, observou que esse coral exibe mudanças na forma de crescimento de acordo com a profundidade, e isso também exibe uma mudança paralela observada na composição de pigmentos das zooxantelas. Essa diferenciação é decorrente da intensidade luminosa penetrante na água de acordo com a profundidade em que o cnidário se encontra. Sendo assim, em ambientes mais profundos, um grande teor de pigmentos nos tecidos dos cnidários está associado a uma tentativa de compensar a diminuição da intensidade da luz solar.

No presente trabalho, as amostras coletadas, na baixa-mar, apresentavam a mesma distribuição vertical no ambiente, ficando expostas à luz solar e à dessecação durante esse período. Lesser (1996) observou que a radiação solar ultravioleta (UV) causa a perda de algas simbiotes em cnidários. Isso ocorre porque as concentrações celulares significativamente superiores de radicais superóxido e peróxido de hidrogênio são observadas quando as culturas de *Symbiodinium* estão expostas à radiação UV, ocasionando um estresse oxidativo. Dessa forma, com o mesmo padrão de exposição, o pisoteio dos banhistas em cima dos recifes, não influencia nesses simbiotes, e consequentemente, nos seus pigmentos, pois os mesmos sofrem maiores consequências de acordo com a exposição à luz solar.

Além disso, outro fator que pode contribuir para a ausência de diferença significativa na biomassa clorofiliana entre as duas áreas, é que os jangadeiros que transportam os turistas da praia para os recifes transmitem a informação que o zoantídeo *Palythoa caribaeorum* é escorregadio e pode causar quedas/acidentes. Portanto, esse cnidário seria menos pisoteado que qualquer outro por possuir esse tipo de característica.

Em relação aos fatores abióticos locais, o presente estudo evidencia uma maior influência da pluviosidade, quando comparada com todos os outros fatores, nas concentrações de clorofila *a*, demonstrando um evidente padrão sazonal. O zoantídeo

Palythoa caribaeorum indica uma forte adaptação aos estresses ambientais, com métodos de compensação em relação à variação dos fatores abióticos, de modo a não sofrer intervenções na capacidade fotossintética dos seus simbiontes. Além disso, o pisoteio dos banhistas nos recifes, não demonstra influência significativa na quantidade de pigmentos fotossintetizantes dos dinoflagelados presentes nesses animais. Contudo, estudos mais aprofundados sobre esse tipo de estresse em ambientes recifais e com outras espécies de cnidários são de extrema importância para uma melhor avaliação de uma possível influência desse fator na saúde desses organismos e de seus simbiontes.

Assim, se teria uma maior resposta se o pisoteio não afeta a biomassa clorofiliana das zooxantelas desses cnidários ou se o fato de uma espécie ser menos pisoteada que a outra por ser escorregadia é o que determina a ausência dessa diferença.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao DOCEAN/UFPE (Departamento de Oceanografia/Universidade Federal de Pernambuco), ao laboratório de Fitoplâncton e Produtividade Primária pelo suporte e ao CNPq pela bolsa concedida.

Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, R.; PADOVANI, B. F.; TRAVASSOS, P. A pesca artesanal e o turismo em Porto de Galinhas, Estado Pernambuco. **Bol. Técn. e Cient. CEPENE**, Tamandaré, 12 (1): 195-207. 2004.

AMARAL, F. D.; SILVA, R. S.; MAURÍCIO-DA-SILVA, L.; SOLÉ-CAVA, A. M. Molecular systematics of *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 and *Millepora braziliensis* Verrill, 1868 (Hydrozoa: Milleporidae) from Brazil. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, 2: 1577-1580. 1997.

ANTHONY, K. R. Enhanced particle feeding capacity of corals on turbid reefs (Great Barrier Reef, Australia). **Mar. Biol.**, 59-67. 2000.

ANTHONY, K. R.; FABRICIUS, K. E. Shifting roles of heterotrophy and autotrophy in coral energetics under varying turbidity. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 252: 221-253. 2000.

BAKER, A. C.; ROWAN, R. Diversity of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae) in scleractinian corals of the Caribbean and Eastern Pacific. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, 2: 1301- 1306. 1997.

BOSCOLO, H. K.; SILVEIRA, F. L. Reproductive biology of *Palythoa caribaeorum* and *Protopythoa variabilis* (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) from the southeastern coast of Brazil. **Braz. J. Biol.**, Sao Carlos, v.65, n.1, p.29-41, 2005.

BRUNO, J. F.; PETES, L. E.; HARVELL, C. D.; HETTINGER, A. Nutrient enrichment can increase the severity of coral diseases. **Ecol. Lett.**, 6(12): 56–61. 2003.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; GORLACH-LIRA, K. Uma abordagem metodológica para o estudo das zooxantelas de corais do Brasil. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, 21: 83-94. 2008.

COSTA, C. F., SASSI, R.; AMARAL, F. D. Population density and photosynthetic pigment content in symbiotic dinoflagellates in the Brazilian scleractinian coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767). **Braz. j. Oceanogr.**, 52 (2): 1-7. 2004.

COSTA JR, O. S. Anthropogenic Nutrient Pollution of Coral Reefs in Southern Bahia, Brazil. **Braz. j. Oceanogr.**, 55(4): 265-279. 2007.

DUSTAN, P. Distribution of zooxanthellae and photosynthetic chloroplast pigments of the reef-building coral *Montastrea annularis* Ellis and Solander in relation to depth on a West Indian coral reef. **Bull. Mar. Sci.**, 29 (1): 79-95. 1979.

ELOY, C. C. Estudo da microbiota simbiote de *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing e Michelotti 1860) (Cnidaria – Zoanthidea) da praia de Cabo Branco, Paraíba, Brasil, com ênfase nas zooxantelas. **Dissertação de mestrado**. Paraíba. 2005.

FABRICIUS, K. E. Effects of irradiance, flow, and colony pigmentation on the temperature microenvironment around corals: Implications for coral bleaching. **Limnol. Oceanogr.**, 51 (1): 30-37. 2006.

FEITOSA, F. A. N.; BASTOS, R. B. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú – RN. **Bol. ciênc. mar**, 40 (2): 20 – 36. 2007.

FITT, W. K.; MCFARLAND F. K.; WARNER, M. E.; CHILCOAT G. C. Inc. Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching the American Society of Limnology and Oceanography. **Limnol. Oceanogr.**, 45 (3): 677–685. 2000.

FREITAS, L. M.; OLIVEIRA, M; D. M.; KIKUCHI, R. K. P. Os mecanismos de sobrevivência dos corais diante do impacto das mudanças climáticas sobre o ecossistema de recifes. **Cad. geociênc.**, 9 (2): 142-156. 2012.

GLYNN, P. W. Coral reef bleaching. **Coral Reefs**, 12 (1): 1-17. 1993.

GOMES, P. B.; LIRA, A. K. F.; NAUD, J. P.; SANTOS, A. M.; PÉREZ, C. D. Prey selectivity of the octocoral *Carijoa riisei* at Pernambuco, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 84 (01): 157-164. 2012.

GOREAU, T.F.; GOERAU, N.J.; YONGE, C.M. **Coral Reefs: autotrophs or heterotrophs?** *Biol. Bull.*, 141, 247–260. 1971.

HARDIMAN, N; BURGIN, S. Recreational impacts on the fauna of Australian coastal marine ecosystems. *J. Environ. Manage.*, 91: 2096–2108. 2010.

GRASSHOFF, K.; EHRARDT, M.; KREMLING, K. Methods of seawater analysis. **Verlag Chemie**, 2th edition, 419 p. 1983.

HOOGENBOOM, M.; BERAUD, E.; FERRIER-PAGÈS, C. Relationship between symbiont density and photosynthetic carbon acquisition in the temperate coral *Cladocora caespitosa*. *Coral Reefs*, 29: 21 – 29. 2010.

HOOGENBOOM M. O.; CAMPBELL D. A.; BERAUD, E.; DEZEEUW, K.; FERRIER-PAGÈS. C. Effects of Light, Food Availability and Temperature Stress on the Function of Photosystem II and Photosystem I of Coral Symbionts. *PLoS ONE*, 7: 1. 2012.

IGLESIAS-PRIETO, R.; TRENCH, R. K. Photoadaptation, photoacclimatation and niche diversification in invertebrate-dinoflagellate symbiosis. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, 2: 1319-1324. 1997.

JALES, M. C., FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L, BASTOS, R. B.; MACHADO, R. C. A. O ecossistema recifal de Serrambi (Nordeste do Brasil): biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos. *Atlântica*, 34 (2): 87-102, 2012.

JEFFREY, S. W.; WELSCHMEYER, A. N. Spectrophotometric and fluorometric equations in common use in oceanography. In: JEFFREY, S. W.; MANTOURA, R. F. C; WRIGHT, S. W. (Eds.). **Phytoplankton pigments in oceanography**. UNESCO, France, 597-615. 1997.

KARLSON, R. H. Disturbance and monopolization of a spatial resource by *Zoanthus sociatus* (Coelenterata, Anthozoa). *Bull. Mar. Sci.*, Coral Gables, 33 (1): 118-131. 1983.

LESSER, M. P. Elevated temperatures and ultraviolet radiation cause oxidative stress and inhibit photosynthesis in symbiotic dinoflagellates. *Limnol. Oceanogr.*, 41 (2): 271-283. 1996.

LITTLER, M. M., LITTLER, D. S.; BROOKS, B. L. Harmful algae on tropical coral reefs: bottom-up eutrophication and top-down herbivory. *Harmful Algae*, 5: 565–585. 2006.

MACHADO, R. C. A. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. **Bol. Técn. Cient. CEPENE**. Tamandaré, 15 (2): 17 – 29. 2007.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Coral reefs of Brazil: na overview. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, 1: 263-273. 1997.

MANSO, V. A. V.; CORRÊA, I. C. S.; GUERRA, N. C. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos – Litoral sul de Pernambuco, Brasil. **PSQ**, 30 (2): 17-25. 2003.

MARGALEF, R.; VIVES, F. La vida suspendida en las águas. **Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.**, 493-562. 1972.

MAYAL, E. M.; NEUMAN-LEITAO, S.; FEITOSA, F.A .N; SCHWAMBORN, R.; SILVA, T. A.; SILVA-CUNHA, M.G.G. Hydrology, Plankton, and Corals of the Maracajaú Reefs (Northeastern Brazil) – na Ecosystem Under Severe Thermal Stress. **Braz. Arch. Biol. Techn.**, 52 (3): 665- 678, 2009.

MENDONÇA, L. C. A invenção de Porto de Galinhas: História, empreendedorismo e turismo. **Persona**, 248 p. 2004.

MUSCATINE, L. Endosymbiosis of cnidarians and algae. Pp. 359-389. *In*: Muscatine L., Lenhoff H.M. (eds.) *Coelenterate Biology. Reviews and new perspectives. Academic Press Inc.*, 501p. 1974.

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

ROHWER, F.; YOULE, M. Coral reefs in the microbial seas. Basalt (Connecticut), **Plaid Press**. 203 pp. 2010.

SIPAUBA-TAVARES, L.H. 1998. Limnologia dos sistemas de cultivos. Pp. 47-75. *In*: W.C. Valentin (ed.). *Carcinicultura de Agua Doce: Tecnologia para produção de camarões. IBAMA/FAPESP*.

SMANTZ, A. Nutrient enrichment on coral reefs: is it a major cause of coral reef decline? **Estuaries**, 25 (4b), 743-766. 2002.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. S. A. Practical handbook of seawater analysis. **B. Fish Res. Board. Can.**, 167: 1-311. 1972.

TOLOSA, I.; TREIGNIER, C.; GROVER, R.; FERRIER-PAGÉS, C. Impact of feeding and short-term temperature stress on the content and isotopic signature of fatty acids, sterols, and alcohols in the scleractinian coral *Turbinaria reniformis*. **Coral Reefs**, 30: 763-774. 2011.

VERCELLINO, I. S.; BICUDO, D. C. Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. **Rev. bras. Bot.**, 29 (3): 363-377. 2006.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. 3rd ed. edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

Análise da influência das condições ambientais nas zooxantelas do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing e Michelotti, 1860) na Praia de Porto de Galinhas – PE (Nordeste do Brasil)

Borges, S. C. A.¹; Cavalcante, F. R. B.¹; Silva-Cunha, M. G. G.¹; Feitosa, F. A. N.¹

¹Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade

Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brasil

Abstract

The present study aimed to evaluate the influence of rainy and dry periods and trampling on zooxanthellae and morphometry of zoanthid *Palythoa caribaeorum* in Porto de Galinhas beach (Pernambuco - Brazil). The collections were made at low tide, in both sites during the rainy season (June, July, August/2012) and dry season (October, November, December 2012), totaling eight samples / month zoanthid *P. caribaeorum* (four on trampled reef and four on the not trampled reef). Quantification of population density, mitotic index and cell diameter of zooxanthellae and height, number and volume of polyps of *P. caribaeorum* were associated with some abiotic parameters (rainfall, temperature, salinity, pH, nitrite, nitrate, phosphate and silicate). Zooxanthellae showed significant temporal variation in mitotic index, with the highest average in the rainy season ($9:38 \pm 0.62\%$) and cell diameter, with the highest average in the dry season ($30.11 \pm 0.91\mu\text{m}$). The rainfall, salinity, pH, phosphate and silicate parameters demonstrated influence on the values of mitotic index and the cell diameter of the zooxanthellae. The volume of polyps showed significant temporal differences, with higher values in the rainy season and also influenced the mitotic index and the cell diameter of these symbionts. The analyzed variables between the two study areas showed no significant influence of trampling, despite the intensity of tourist activity on site. The zoanthid *P. caribaeorum* presented an adaptation to environmental stresses not suffering speeches in the photosynthetic capacity of their symbionts.

Keywords: reef environments, cnidarians, dinoflagellates, symbionts, trampling.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos períodos chuvoso e de estiagem e do pisoteio nas zooxantelas e na morfometria do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na praia de Porto de Galinhas (Pernambuco – Brasil). As coletas foram realizadas na baixa-mar, em dois pontos de coleta no período chuvoso (junho, julho, agosto/2012) e período de estiagem (outubro, novembro, dezembro/2012), totalizando oito amostras/mês do zoantídeo *P. caribaeorum* (quatro no recife pisoteado e quatro no recife não pisoteado). Quantificou-se a densidade populacional, índice mitótico e diâmetro celular das zooxantelas e a altura, quantidade e volume dos pólipos de *P.*

caribaeorum associados com alguns parâmetros abióticos (pluviosidade, temperatura, salinidade, pH e nitrito, nitrato, fosfato e silicato). As zooxantelas apresentaram variação temporal significativa do índice mitótico, com maior média no período chuvoso ($9.38 \pm 0.62\%$) e diâmetro celular, com maior média no período de estiagem ($11.30 \pm 0.91\mu\text{m}$). Os parâmetros pluviosidade, salinidade, pH, fosfato e silicato demonstraram influência nos valores de índice mitótico e do diâmetro celular das zooxantelas. O volume dos pólipos apresentou diferença significativa temporal, com maiores valores no período chuvoso e também influenciou no índice mitótico e no diâmetro celular desses simbioses. As variáveis analisadas entre as duas áreas de estudo não demonstraram influência significativa do pisoteio, apesar da intensidade atividade turística no local. O zoantídeo *P. caribaeorum* apresentou uma adaptação aos estresses ambientais de modo a não sofrer intervenções na capacidade fotossintética dos seus simbioses.

Palavras-chave: ambientes recifais, cnidários, dinoflagelados, simbioses, pisoteio.

Introdução

As zooxantelas são classificadas como dinoflagelados simbióticos, pertencentes ao gênero *Symbiodinium* (Freudenthal 1962, Baker, 1997) vivendo nos tecidos de uma grande variedade de invertebrados marinhos, dentre esses os foraminíferos, poríferos, cnidários, platelmintos e moluscos (Kemp et al. 2006, Sebastián et al. 2009). Nos cnidários, as zooxantelas são geralmente encontradas dentro das células da gastroderme, principalmente nos tentáculos e disco oral (Davies 1992). Os organismos que fazem parte dessa associação habitam, preferencialmente, águas rasas e claras, pois as zooxantelas necessitam de luz para o seu metabolismo, visto que são seres fotossintetizantes (Costa et al. 2004). Dentre esses organismos que mantêm associação com as zooxantelas, pode-se citar os zoantídeos, animais pertencentes ao Filo Cnidaria (Ordem Zoanthidea) que desempenham um interessante e importante papel ecológico em seu habitat, pois servem de abrigo e suporte para vários outros grupos de organismos (Pérez et al. 2005).

Esses microsimbioses apresentam uma grande susceptibilidade a mudanças nos parâmetros ambientais, como variação da salinidade, temperatura, turbidez e nutrientes (Costa et al. 2008, Costa et al. 2013). Dentre essas variáveis, a temperatura se destaca como uma das principais ameaças às zooxantelas e, conseqüentemente, seus hospedeiros, devido à contribuição que exercem na nutrição dos mesmos (Leão & Dominguez 2000, Amaral et al. 2006). As agressões aos recifes costeiros são resultados dos efeitos sinérgicos da eutrofização das águas em associação com a poluição, altas taxas de sedimentação e turbidez, além do aquecimento superficial da água do mar. Ademais, esses ecossistemas estão ameaçados pela ocorrência de eventos de branqueamento (perda das zooxantelas) e doenças nos cnidários (Leão et al. 2010).

No nordeste brasileiro, a praia de Porto de Galinhas (PE), é considerada como uma das melhores praias do Brasil, por possuir uma extensa formação recifal que atrai muitos turistas anualmente (Mendonça 2004). Esse fato pode causar grande impacto ambiental, pois o pisoteio diário dos turistas nas piscinas naturais, podem acarretar na morte de diversos organismos (Sarmiento & Santos 2011).

Dessa forma, é imprescindível um estudo sobre as condições ambientais da praia de Porto de Galinhas e uma avaliação da influência desses fatores nas zooxantelas e em seus hospedeiros. Portanto, esse trabalho objetivou avaliar como os parâmetros abióticos e o pisoteio dos turistas pode interferir nessa simbiose.

Metodologia

Área de estudo

O presente trabalho foi conduzido no ambiente recifal da Praia de Porto de Galinhas ($8^{\circ}33'33''\text{S}$ e $34^{\circ}59'00''\text{W}$), localizada no município de Ipojuca, litoral sul de Pernambuco (Fig. 1). Caracteriza-se por possuir piscinas naturais que recebem visitação de turistas durante todo o ano, principalmente na alta estação, com um fluxo médio mensal de 65 mil turistas (Mendonça 2004). Contudo, com o elevado número de visitantes nesse ecossistema, o risco de impacto a biota local aumenta, o que pode ocasionar problemas para o ambiente.

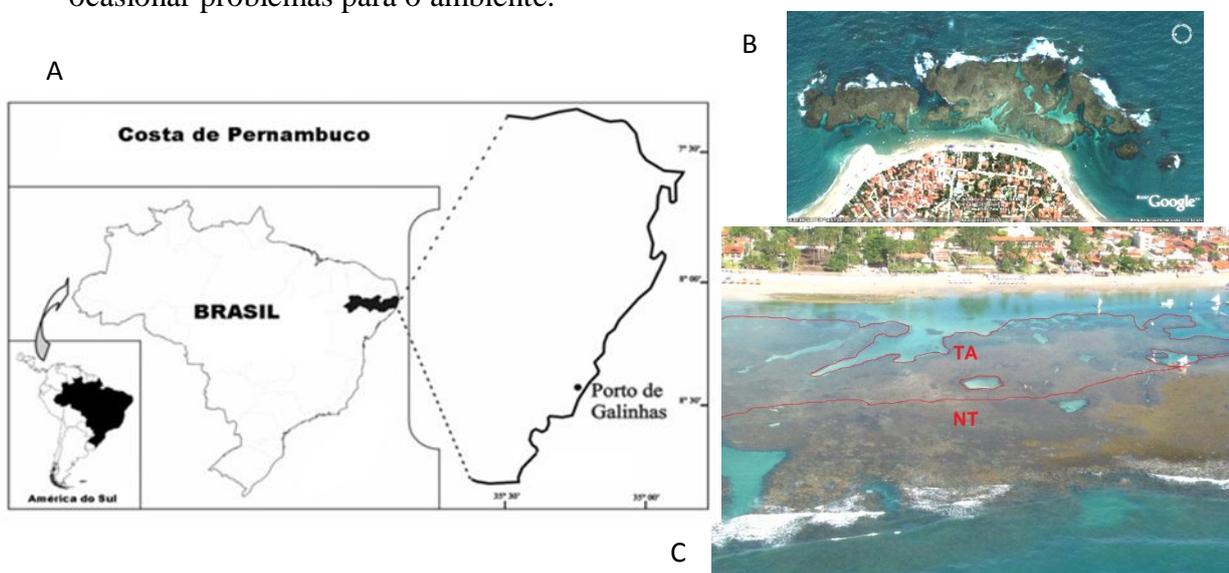


Figura 1. A. Mapa do litoral pernambucano (adaptado de GOMES et al., 2012). B. Vista aérea da Praia de Porto de Galinhas – PE. C. (TA) Área pisoteada: Corresponde à área em que os banhistas podem caminhar. (NT) Área não pisoteada: Corresponde à área com caminhada proibida. Foto (C) por: Maria Danise de Oliveira Alves (2011).

Coleta e análise de dados

O estudo foi desenvolvido no período chuvoso (junho, julho e agosto de 2012) e no período de estiagem (outubro, novembro e dezembro de 2012).

Foram coletadas aleatoriamente oito amostras/mês do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (quatro no recife pisoteado e quatro no recife não pisoteado). Foram selecionadas colônias expostas na maré baixa para coleta de amostras a uma distância de no mínimo 2 m entre elas, para evitar a coleta de clones (Amaral et al. 1997, Costa et al. 2001). Cada fragmento foi coletado com um marcador circular de 3,14 cm² de área utilizado para padronizar a área superficial de tecido coletado. Os fragmentos foram imediatamente guardados em frascos individuais etiquetados, contendo água do mar previamente filtrada.

Em laboratório, as amostras foram lavadas com água do mar filtrada para retirada de materiais eventualmente aderidos em sua superfície. O número de pólipos de cada amostra foi anotado e também foram medidos os volumes das amostras e as alturas dos pólipos, para posterior comparação com os parâmetros analisados das zooxantelas.

As amostras foram maceradas com auxílio de bastão de vidro e bisturi, e diluídas/homogeneizadas em 40 mL de água do mar filtrada. Os homogeneizados foram separados em potes etiquetados para posterior análise.

Os procedimentos de contagem e observações das zooxantelas foram empregados através da câmara de Fuchs-Rosenthal (hematocítômetro), com microscópio binocular (Carricart-Ganivet & Beltrán-Torres 1993, Costa et al. 2008). Transferiu-se alíquotas de cada amostra para a câmara de contagem (quatro lâminas por amostra), visando à determinação da densidade populacional, índice mitótico e diâmetro celular (foram medidas 10 células por amostra) das zooxantelas (Costa et al. 2008).

Os dados pluviométricos foram adquiridos através da estação meteorológica de Porto de Galinhas, distante cerca de 6 km da área estudada, através da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC/PE).

A temperatura superficial da água do mar foi determinada com o uso de um termômetro comum com escala de -10 e 60°C. A salinidade foi medida através de um refratômetro manual da Atago, modelo S/Mill-E com escala variando de 0 a 100 e intervalo de 1. O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado através do pH-metro Hanna instruments (modelo 8417).

Para análise dos nutrientes dissolvidos na água do mar, os teores de nitrito, nitrato e fosfato foram analisados baseados na técnica de Strickland & Parsons (1972) e o silicato de acordo com Grasshoff et al. (1983).

Análise estatística

A análise dos dados foi feita no programa Statistica 7.0, onde foram testadas a normalidade e a homocedasticidade dos dados a partir do teste Kolgomorov-Smirnov e o teste Levene.

Utilizou-se o Teste “t” de Student para a análise da densidade populacional, índice mitótico e diâmetro celular das zooxantelas e volume e altura dos pólipos em relação às duas áreas estudadas. Esse teste também foi utilizado para se avaliar a variação de todas as variáveis bióticas e da pluviosidade, temperatura, salinidade, pH, nitrito, nitrato e fosfato em relação aos dois períodos estudados.

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para analisar a variação da quantidade de pólipos em relação às duas áreas estudadas e para se avaliar a variação dos teores de silicato entre os dois períodos de estudo.

A correlação de Spearman foi utilizada para se verificar a relação da densidade populacional das zooxantelas com os parâmetros pluviosidade, temperatura, salinidade, pH, nitrito, nitrato, fosfato, silicato e quantidade de pólipos. O mesmo teste foi utilizado para se avaliar a relação do diâmetro celular das zooxantelas com a pluviosidade, temperatura, salinidade, pH, nitrato, fosfato e silicato.

Utilizou-se a correlação de Pearson para se relacionar a altura e o volume dos pólipos com a densidade populacional e o diâmetro celular das zooxantelas. Também se utilizou esse teste para relacionar o diâmetro celular com o nitrito, a altura, o volume e a quantidade de pólipos. Esse teste também foi utilizado para relacionar o índice mitótico com todos os demais parâmetros. Todas as análises foram realizadas utilizando-se índice de significância de 5% (ZAR 1996).

Resultados

Fatores abióticos

O índice pluviométrico no período estudado esteve dentro do padrão da região. Nos meses de coleta, a maior quantidade de chuvas ocorreu no mês de junho com 284,5 mm e a menor no mês de novembro com 12 mm (Fig. 2).

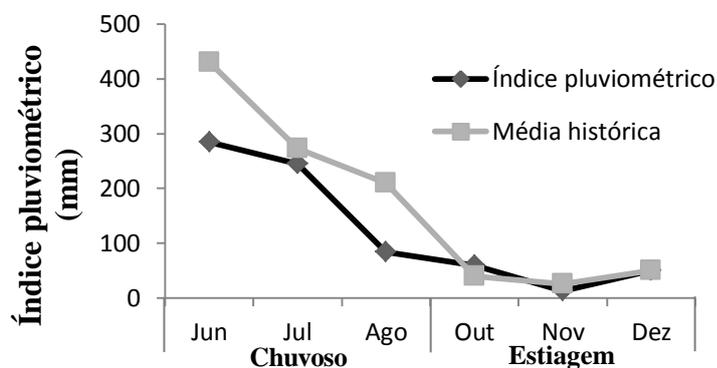


Figura 2. Dados pluviométricos da Estação Experimental de Ipojuca-PE dos meses de coleta do ano de 2012. APAC/PE.

A temperatura média da água do mar foi de 27,33°C no período chuvoso, com temperatura mínima de 27°C e máxima de 28°C, e 29,33°C no período de estiagem, com mínima de 25°C e máxima de 33°C (Fig. 3). Não houve diferença significativa em relação à temperatura entre os dois períodos estudados.

A salinidade da água se apresentou de forma homogênea, com uma média de 38‰, com menor valor em dezembro de 2012 (36‰) e maior valor em julho de 2012 (39‰) (Fig. 3). Não houve diferença significativa entre os dois períodos estudados.

O pH da água do mar se apresentou sempre de forma alcalina, com média de 8,18 e maior valor no mês de julho (8,05) e menor valor em dezembro (8,39) (Fig. 3).

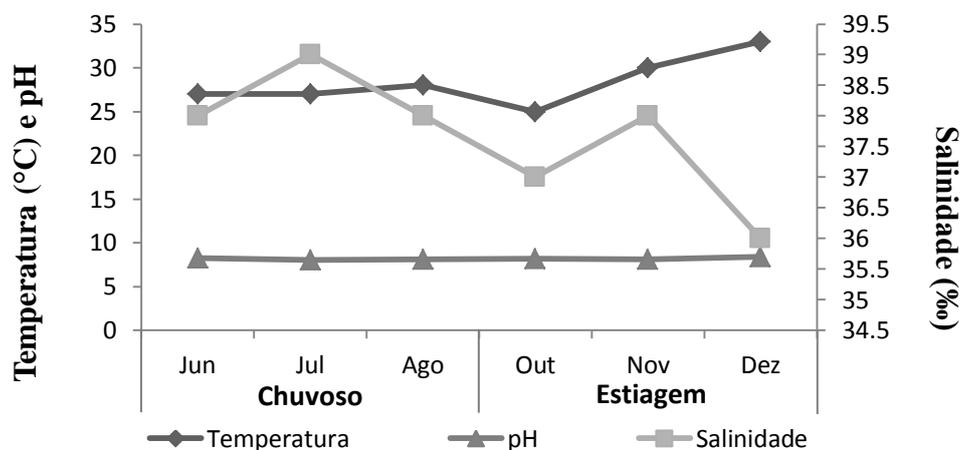


Figura 3. Temperatura, salinidade e pH da água do mar no ano de 2012.

Em relação aos sais nutrientes, o nitrito apresentou variação de 0,01 a 0,11 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Para o nitrato, os teores variaram de 0,3 a 3,23 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. O fosfato apresentou variação de 0,12 a 0,35 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ e o silicato de 3,07 a 42,21 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (Fig. 4). Os nutrientes não diferiram significativamente entre os dois períodos de estudo.

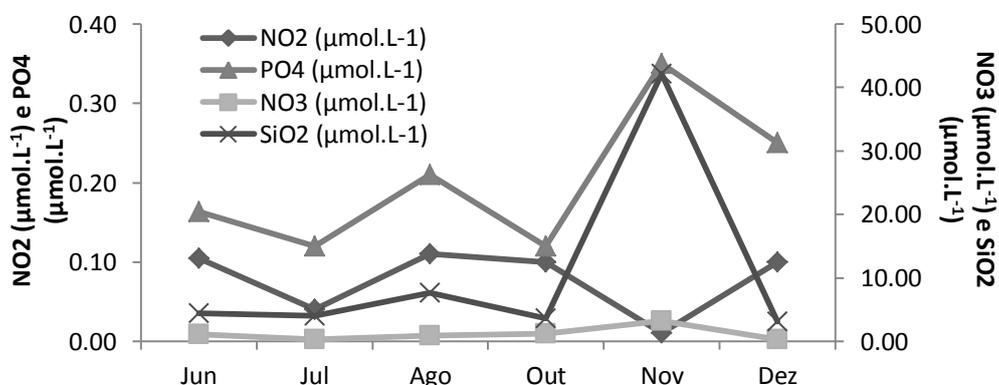


Figura 4. Teores de sais nutrientes da praia de Porto de Galinhas no ano de 2012.

Parâmetros morfométricos

Para os parâmetros morfométricos de *P. caribaeorum*, foram analisados os volumes dos pólipos, a quantidade de pólipos da amostra e a altura dos pólipos.

Os volumes dos pólipos variaram significativamente entre o período chuvoso e de estiagem ($p < 0,05$). Em relação à quantidade de pólipos e altura dos pólipos, não houve diferença entre os dois períodos estudados ($p \geq 0,05$). Não foi observada variação significativa dos parâmetros morfométricos entre as áreas pisoteada e não pisoteada ($p \geq 0,05$).

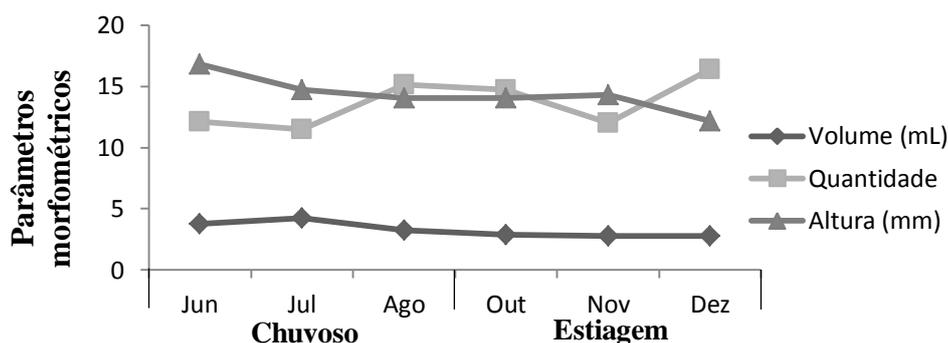


Figura 5. Médias dos valores de parâmetros morfométricos de *Palythoa caribaeorum*.

Densidade populacional das zooxantelas

A densidade populacional das zooxantelas de *P. caribaeorum* apresentou uma média anual de $3,09 \times 10^6$ células/cm², com a maior média no mês de junho de 2012 ($4,5 \times 10^6$ células/cm²) e menor média no mês de dezembro de 2012 ($1,9 \times 10^6$ células/cm²) (Fig. 6). Porém, não apresentou variação significativa entre o período chuvoso e de estiagem. Também não foi observada variação significativa entre as áreas pisoteada e não pisoteada.

Em relação aos parâmetros abióticos, não foi encontrada correlação da densidade populacional com nenhum deles. Contudo, observou-se uma correlação positiva da densidade populacional com a altura dos pólipos ($r=0,35$), o que indica que quanto maior essa altura, maior será a quantidade de zooxantelas presentes no tecido.

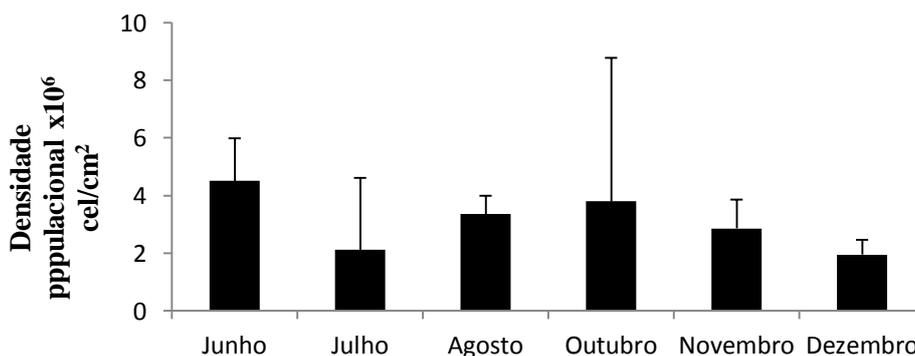


Figura 6. Densidade populacional de zooxantelas ($\times 10^6$ células/cm²) do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na Praia de Porto de Galinhas (PE) no ano de 2012.

Índice mitótico

O índice mitótico apresentou uma média anual de 8,01%, com maior valor para o mês de julho (10%) e junho de 2012 (9,2%), e o menor no mês de dezembro de 2012 (6,3 %) (Fig. 7). Apresentou variação significativa em relação à sazonalidade, com os maiores valores observados no período chuvoso ($p < 0,05$). Não foi observada variação significativa entre as áreas pisoteada e não pisoteada.

Verificou-se correlação positiva entre o índice mitótico e os parâmetros pluviosidade ($r=0,39$), salinidade ($r=0,40$) e volume dos pólipos ($r=0,38$). Isso indica que quanto maiores os valores desses fatores, maior será o índice mitótico das zooxantelas de *P. caribaeorum*. Além disso, se observou correlação negativa do índice mitótico com o pH ($r=-0,42$), o silicato ($r=-0,42$) e o fosfato ($r=-0,32$).

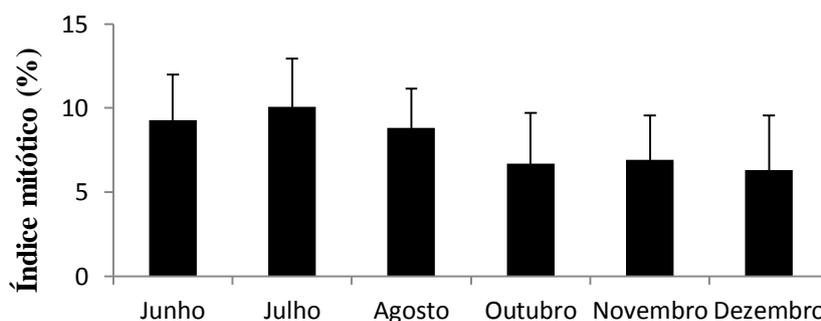


Figura 7. Índice mitótico de zooxantelas (%) do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na Praia de Porto de Galinhas (PE) no ano de 2012.

Diâmetro celular

O diâmetro celular apresentou uma média anual de 10,54 μm com maior valor no mês de dezembro de 2012 (12,12 μm) e menor no mês de agosto de 2012 (9,25 μm) (Fig. 8).

Foi observada uma variação significativa em relação à sazonalidade, com os maiores valores no período de estiagem ($p < 0,05$). Não foi observada variação significativa entre as áreas pisoteada e não pisoteada.

Verificou-se uma correlação positiva do diâmetro celular com a temperatura ($r=0,54$), o pH ($r=0,69$), o silicato ($r=0,69$) e o fosfato ($r=0,55$). Também foi observada uma correlação negativa do diâmetro celular com a pluviosidade ($r=-0,83$), a salinidade ($r=-0,57$) e o volume dos pólipos ($r=-0,31$).

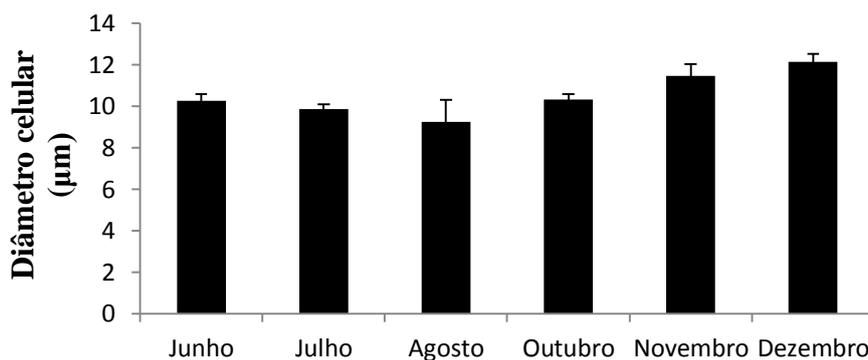


Figura 8. Diâmetro celular de zooxantelas (μm) do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* na Praia de Porto de Galinhas (PE) no ano de 2012.

Discussão

Mesmo com a existência de variação interanual, a pluviosidade mostrou regularidade sazonal, com um período chuvoso e outro de estiagem bem definidos. A luminosidade e a temperatura da água do mar são os parâmetros abióticos considerados como mais importantes no comportamento fisiológico das zooxantelas (Lombardi et al. 2000, Gorbunov et al. 2001).

Sabe-se que valores acima de 30°C provocam uma diminuição na atividade fotossintética das zooxantelas, e valores de 34°C a 36°C levam a completa parada dessa atividade, podendo causar o branqueamento dos tecidos do cnidário (Iglesias-Prieto et al. 1992). Fonseca et al. (2002) verificaram, no ano de 1998, temperatura máxima de 32°C para a mesma praia e mais recentemente, Machado (2002) e Cavalcante e Amaral (2013), observaram temperaturas máximas de 31°C e 30°C , respectivamente. Como no presente trabalho o máximo de temperatura verificado foi de 33°C , observa-se que o valor máximo de temperatura superficial da água do mar em Porto de Galinhas não sofreu aumento aparente nos últimos 14 anos.

Além disso, em ambientes costeiros, a temperatura tende a se apresentar de maneira homogênea, como foi visualizado no presente estudo, com variação gradativa e, conseqüentemente, ausência de estresse térmico, não influenciando de maneira significativa a densidade populacional das zooxantelas e o índice mitótico.

Em relação à densidade populacional, a altura dos pólipos demonstrou uma influência positiva. Dessa forma, pode-se observar que com a ausência de estresse térmico, o fator que influencia consideravelmente na densidade de zooxantelas é a luminosidade. Ou seja, pólipos com maiores alturas promovem uma maior captação de luz solar e conseqüente aumento da densidade populacional.

Apesar desses dois parâmetros não apresentarem variação decorrente da influência da temperatura, o diâmetro celular mostrou maiores valores no período de

estiagem e uma correlação positiva com a temperatura. Os resultados observados para o diâmetro mostraram que os maiores valores foram observados na estiagem e isso proporciona uma maior captação de luz solar. Esse resultado corrobora com o estudo de Eloy (2005), que o mesmo padrão foi visualizado para a espécie na Praia de Cabo Branco (PB).

Diferentemente do diâmetro celular, o índice mitótico mostrou maiores valores no período chuvoso, o que também corrobora com o estudo de Eloy (2005). A divisão das zooxantelas ocorre dentro da célula do hospedeiro por fissão binária e a frequência de divisão é relacionada com a divisão da célula do hospedeiro (Davies 1992). Além dessa sincronia, a divisão de ambas é dependente da alimentação do hospedeiro. Segundo Sebens & Koehl (1984), os cnidários, em sua maioria, são caracterizados como animais suspensívoros, e sua dieta alimentar está relacionada com a disponibilidade de presas planctônicas. Segundo Hoogenboom et al. (2012), a nutrição heterotrófica diminui as consequências de estresses ambientais sobre as zooxantelas, pois assim os animais armazenam grande volume energético em seus tecidos (Tolosa et al. 2011, Freitas et al. 2012). No presente trabalho foi observado um maior volume dos pólipos no período chuvoso, o que pode estar relacionado com a maior nutrição heterotrófica. Sendo assim, com o aumento do volume dos pólipos, ocorre uma maior divisão das células do hospedeiro e das zooxantelas. Conseqüentemente, o espaço intracelular diminuiu, ocasionando uma redução do diâmetro das zooxantelas.

Alguns autores relatam que distúrbios no ambiente, como aumento da salinidade e de nutrientes, pode aumentar a frequência de divisão das zooxantelas (Fitt et al. 1993). Além disso, com uma maior salinidade da água do mar, a diferença de potenciais osmóticos entre os meios intracelular e extracelular aumenta, ocasionando maior perda de água da célula para o ambiente, diminuindo, assim, o diâmetro celular.

Os sais nutrientes também possuem grande importância no meio aquático, pois seus teores, juntamente com a luminosidade, são os principais fatores que limitam a produção vegetal (Macêdo et al. 2004). A turbulência gerada pelas ondas que quebram no muro da plataforma recifal e o pisoteio dos banhistas sobre o substrato causam a ressuspensão de sedimentos e isso pode contribuir para um aumento dos nutrientes disponíveis para a biota (Baumgarten et al. 2001).

Os primeiros nutrientes consumidos pelo fitoplâncton presente na coluna d'água são nitrito e nitrato (Kaiser et al. 2005) e como as zooxantelas estão nos tecidos dos cnidários, não tem a mesma capacidade de captação desses nutrientes como o fitoplâncton. Dessa forma, os nutrientes ainda disponíveis para as zooxantelas acabam sendo fosfato e silicato. Esse resultado corrobora com o presente estudo, pois o índice mitótico demonstrou correlação positiva com o fosfato e o silicato. Em contrapartida, o aumento desses parâmetros leva a uma diminuição do diâmetro celular, como foi aqui visualizado. Isso ocorre porque com a disponibilidade do silicato (Fernandes & Brandini 2004), as diatomáceas que também compõem a biota interna dos zoantídeos e outros cnidários (Costa et al. 2004, Costa et al. 2013) captam esse nutriente e com um

maior volume desses organismos dentro do hospedeiro, o espaço se reduz, diminuindo, assim, o diâmetro das zooxantelas.

Segundo Iglesias-Prieto & Trench (1997), as zooxantelas se ajustam em decorrência dos parâmetros ambientais, especialmente luz e profundidade do ambiente onde seus hospedeiros são encontrados. Conforme esses fatores, as mesmas podem modificar sua densidade populacional, seu diâmetro e seu índice mitótico. De acordo com Lesser (1996) a radiação ultravioleta (UV) causa a perda de algas simbiotes em cnidários, devido a um estresse oxidativo. Kinzie et al. (1984) realizaram experimentos laboratoriais com culturas de zooxantelas e observaram que essas, após passarem por um período de aclimatação a diferentes intensidades luminosas, reagiram de forma diferente em relação aos seus parâmetros. No presente trabalho, as amostras foram coletadas na plataforma recifal, que é um local predominantemente plano. Essas colônias ficavam expostas à luz solar e à dessecação durante o período de baixa-mar. Esses argumentos podem explicar porque as zooxantelas de *P. caribaeorum* não demonstraram influência do pisoteio dos banhistas, pois essas sofrem maior influência da exposição à luz solar e dessecação no momento de baixa-mar.

Além disso, o zoantídeo *P. caribaeorum* secreta uma das mais poderosas substâncias tóxicas entre os animais marinhos. Essa substância é chamada de palitoxina, sendo encontrada no muco liberado pelo animal e pode estar relacionada com os mecanismos de defesa e aquisição de espaço (KARLSON, 1983). Esse muco faz com que esse cnidário apresente característica deslizando para quem o pisoteia. Essa informação é repassada pelos jangadeiros da praia de Porto de Galinhas aos turistas no momento da atividade recreativa, para que se evitem acidentes. Dessa forma, esse zoantídeo é menos pisoteado que qualquer outro por possuir esse tipo de atributo.

O presente trabalho demonstrou uma influência da sazonalidade na fisiologia das zooxantelas do zoantídeo *P. caribaeorum*. Os fatores abióticos pluviosidade, salinidade, pH, fosfato e silicato exerceram influência significativa no índice mitótico e diâmetro desses dinoflagelados, evidenciando o papel que o ambiente exerce sobre esses organismos e seus hospedeiros. Apesar da intensa atividade turística no local, o pisoteio dos banhistas nos recifes não exerceu influência significativa nas zooxantelas e nas variáveis morfométricas de *P. caribaeorum*. Esse zoantídeo indicou uma forte adaptação aos estresses, apresentando métodos para compensar a influência da variação dos fatores ambientais, de modo a não atenuar a capacidade fotossintética dos seus simbiotes e, conseqüentemente, do seu metabolismo. Contudo, estudos com outras espécies de cnidários são importantes para se avaliar a influência desses parâmetros em organismos com características diferentes da espécie estudada no presente trabalho.

Referências bibliográficas

AMARAL, F. D.; SILVA, R. S.; MAURÍCIO-DA-SILVA, L.; SOLÉ-CAVA, A. M. 1997. Molecular systematics of *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 and *M. braziliensis*

Verril, 1868 (Hydrozoa: Milleporidae) from Brazil. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.** 2: 1577-1580.

AMARAL, F. D.; HUDSON, M. M.; STEINER, A. 2006. Note on the widespread bleaching observed at the Manuel Luiz Marine State Park, Maranhão, Brazil. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 39, p. 138- 141.

BAKER, A. C.; ROWAN, R. 1997. Diversity of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae) in scleractinian corals of the Caribbean and Eastern Pacific. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, 2: 1301 - 1306.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; NIENCHESKI, L. F. H.; VEECK, L. 2001. Nutrientes na coluna da água e na água intersticial de sedimentos de uma enseada rasa estuarina com aportes de origem antrópica (RS–Brasil). **Atlântica**, Rio Grande, 23: 101-116.

CARRICART-GANIVET, J. P. BELTRÁN-TORRES A. V. 1993. Zooxanthellae and chlorophylla a responses in the scleractinian coral *Montastrea cavernosa* at Triangulos W Reef , Campeche Bank, Mexico. **Rev. Biol. Trop.**, 41(3): 491- 494.

CAVALCANTE, F. R. B.; AMARAL, F. M. D. 2013. Variação das zooxantelas e branqueamento no hidróide calcário *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 nos recifes de Porto de Galinhas - nordeste brasileiro. **Trop. Oceanogr.**, p. 1 – 11.

COSTA, C. F.; AMARAL, F. M. D.; SASSI, R. 2001. Branqueamento em *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) da Praia de Gaibu – Pernambuco, Brasil. **REVNEBIO**. Paraíba: João Pessoa, v. 15, n. 1, p. 15-22.

COSTA, C. F., SASSI, R.; AMARAL, F. D. 2004. Population density and photosynthetic pigment content in symbiotic dinoflagellates in the Brazilian scleractinian coral *Montastraea cavernosa* (Linnaeus, 1767). **Braz. j. Oceanogr.**, 52 (2): 1-7.

COSTA, C. F., SASSI, R.; GORLACH-LIRA, K. 2013. Diversity and seasonal fluctuations of microsymbionts associated with some scleractinian corals of the Picãozinho reefs of Paraíba State, Brazil. **Panam. J. Aquat. Sci.**, 8(4):240-252.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; GORLACH-LIRA, K. 2008. Uma abordagem metodológica para o estudo das zooxantelas de corais do Brasil. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, 21: 83-94.

DAVIES, P. S. 1992. Endosymbiosis in marine cnidarians. In: JOHN, D. H.; HAWKINS, S. J.; PRICE, J. H. (Eds.). Plant-animal interaction in the marine benthos. Oxford: **Clarendon Press**, 46: 511 – 540.

ELOY, C. C. 2005. **Estudo da microbiota simbiote de *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing e Michelotti 1860) (Cnidaria – Zoanthidea) da praia de Cabo Branco, Paraíba, Brasil, com ênfase nas zooxantelas.** Dissertação de mestrado. Paraíba.

FERNANDES, L.F. & BRANDINI, F.P. 2004. Diatom associations in shelf waters off Parana State, Southern Brazil: annual variation in relation to environmental factors. **Braz. J. Oceanogr.** 52(1):19-34.

FITT, W.K. SPERO, H. J. ; HALAS, J. ; WHITE, M. W. and PORTER, J. W. 1993. Recovery of the coral *Montastrea annularis* in the Florida Keys after the 1987 Caribbean "Bleaching event". **Coral Reefs** 12(2):57-64.

FONSECA, R. S.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MARANHÃO, G. M. B.; MUNIZ, K. 2002. Ecosistema recifal da praia de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco): Biomassa fitoplanctonica e hidrologia. **Bol. Tecn. Cient. CEPENE**, v. 10, n. 1, p. 9-26.

FREITAS, L. M.; OLIVEIRA, M; D. M.; KIKUCHI, R. K. P. 2012. Os mecanismos de sobrevivência dos corais diante do impacto das mudanças climáticas sobre o ecossistema de recifes. **Cad. geocienc.**, 9 (2): 142-156.

FREUDENTHAL, H. 1962. Symbiodinium gen. nov. and Symbiodinium microadriaticum sp. nov., a zooxanthellae: taxonomy, life cycle and morphology. **J. Protozool.**, 9 (1): 45-52.

GORBUNOV, M. Y.; KOLBER, Z. S.; LESSER, M. P. & FALKOWSKI, P. G. 2001. Photosynthesis and photoprotection in symbiotic corals. **Limnol. Oceanogr.**, 46(1):75-85.

GRASSHOFF, K.; EHRARDT, M.; KREMLING, K. 1983. Methods of seawater analysis. **Verlag Chemie**, 2th edition, 419 p.

HOOGENBOOM M. O.; CAMPBELL D. A.; BERAUD, E.; DEZEEUW, K.; FERRIER-PAGÈS. C. 2012. Effects of Light, Food Availability and Temperature Stress on the Function of Photosystem II and Photosystem I of Coral Symbionts. **PLoS ONE**, 7: 1.

IGLESIAS-PRIETO, R.; MATTA, J. L.; ROBINS, W. A.; TRENCH, R. K. 1992. Photosynthetic response to elevated temperature in the symbiotic dinoflagellate *Symbiodinium microadriaticum* in culture. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.**, Washington, v. 89, p. 10302 – 10305.

IGLESIAS-PRIETO, R.; TRENCH, R. K. 1997. Photoadaptation, photoacclimatation and niche diversification in invertebrate-dinoflagellate symbiosis. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, 2: 1319-1324.

KAISER, M., M. ATTRILL, S. JENNINGS, D.N. THOMAS, D. BARNES, A. BRIERLEY, N. POLUNIN, D. RAFFAELLI, P. LE B WILLIAMS. 2005. **Marine Ecology, Processes, Systems, and Impacts**. Oxford University Press.

KEMP, D.W. COOK, C.B., LA JEUNESSE, T.C., AND BROOKS, W.R. 2006. A comparison of the thermal bleaching responses of the zoanthid *Palythoa caribaeorum*

from three geographically different regions in south Florida. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 335, n° 2, 266-276.

KINZIE, R. A.; JOKIEL, P. L.; YORK, R. 1984. Effects of light of altered spectral composition on coral zooxanthellae associations and on zooxanthellae in vitro. **Mar. Biol.**, 78: 239 – 248.

LEÃO, Z. M. A. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. 2000. Tropical coast Brazil. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 41.

LESSER, M. P. 1996. Elevated temperatures and ultraviolet radiation cause oxidative stress and inhibit photosynthesis in symbiotic dinoflagellates. **Limnol. Oceanogr.**, 41 (2): 271-283.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. P. K.; OLIVEIRA, M. D. M.; VASCONCELOS, V. 2010. Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes. **Panam. J. Aquat. Sci.**, v. 5, n. 2, p. 224-235.

LOMBARDI, M. R.; LESSER, M. P. & GORBUNOV, M. Y. 2000. Fast repetition rate (FRR) fluorometry: variability of chlorophyll *a* fluorescence yields in colonies of the corals, *Montastrea faveolata* (w.) and *Diploria labyrinthiformes* (h.) recovering from bleaching. **J. exp. mar. Biol. Ecol.**, 252:75-84.

MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K.; FLORES MONTES, M. J. 2004. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do Estado de Pernambuco. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. COSTA, M. F. (Org.). **Oceanografia: Um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p. 255 – 286.

MACHADO, R. C. A. 2007. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. **Bol. Tecn. Cient. CEPENE**. Tamandaré, v. 15 (2), p. 17 – 29.

MENDONÇA, L. C. 2004. A invenção de Porto de Galinhas: História, empreendedorismo e turismo. **Persona**, 248 pp.

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

SEBASTIÁN, C. R.; SINK, K. J.; MCLANAHAN, T. S.; DONALD, A. C. 2009. Bleaching response of corals and their *Symbiodinium* communities in southern Africa. **Mar. Biol.**

SEBENS, K.P.; KOEHL, M.A.R. 1984. Predation on zooplankton by the benthic anthozoans *Alcyonium siderium* (Alcyonacea) and *Metridium senile* (Actiniaria) in the New England subtidal. **Mar. Biol.** 81, 255-271.

SOARES, C.L.S., PÉREZ, C.D., MAIA, M.B.S., SILVA, R.S., AND MELO, L.F.A. 2006. Avaliação da actividade antiinflamatória e analgésica do extrato bruto hidroalcoólico do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassing & Michelotti, 1860). **Braz. J. Pharmacog.**, 16: 463-468.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. S. A. 1972. Practical handbook of seawater analysis. **B. Fish Res. Board. Can.**, 167: 1-311.

TOLOSA, I.; TREIGNIER, C.; GROVER, R.; FERRIER-PAGÉS, C. 2011. Impact of feeding and short-term temperature stress on the content and isotopic signature of fatty acids, sterols, and alcohols in the scleractinian coral *Turbinaria reniformis*. **Coral Reefs**, 30: 763-774.

ZAR, J.H. 1996. **Biostatistical analysis**. 3rd ed. edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

6. Considerações finais

No presente estudo, a clorofila *a* variou de forma significativa entre os dois períodos estudados, apresentando maiores valores no período chuvoso. A biomassa clorofiliana (clorofilas *a* e *c*) foi influenciada pela pluviosidade, salinidade, volume dos pólipos e pelos sais nutrientes nitrito, fosfato e silicato. Observou-se, também, maiores valores de índice mitótico das zooxantelas no período chuvoso e do seu diâmetro celular no período de estiagem, sofrendo interferência da pluviosidade, da salinidade, do pH, do fosfato e do silicato. O volume dos pólipos apresentou diferença significativa temporal, com maiores valores no período chuvoso e também influenciou no índice mitótico e no diâmetro celular desses simbiontes. Sendo assim, percebe-se que a sazonalidade influencia significativamente na fisiologia do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*, bem como nos seus simbiontes, demonstrando um evidente padrão sazonal. O pisoteio dos banhistas sobre os recifes não demonstrou influência sobre as variáveis estudadas, apesar do ecossistema recifal sofrer intensa atividade turística. O zoantídeo *P. caribaeorum* indicou uma forte adaptação aos estresses ambientais, apresentando métodos para compensar a influência da variação dos fatores abióticos, não sofrendo intervenções na capacidade fotossintética dos seus simbiontes.