



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO
AMBIENTE - PPGSHMA

Renata Meireles Oliveira Padilha

**Influência das condições ambientais na
microanatomia de *Zoanthus sociatus* (Cnidaria:
Zoanthidea) em recifes de Porto de Galinhas,
Pernambuco, Brasil.**

Vitória de Santo Antão

2015

Renata Meireles Oliveira Padilha

**Influência das condições ambientais na
microanatomia de *Zoanthus sociatus* (Cnidaria:
Zoanthidea) em recifes de Porto de Galinhas,
Pernambuco, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em **Saúde Humana e Meio Ambiente**.

Área de Concentração: Saúde e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Aparecido Chagas

Co-Orientador: Profa. Dra. Paula Braga Gomes

Vitória de Santo Antão

2015

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Roseane Souza de Mendonça, CRB4-1148

- P123i Padilha, Renata Meireles Oliveira.
Influência das condições ambientais na microanatomia de *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Zoanthidea) em recifes de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil / Renata Meireles Oliveira Padilha. Vitória de Santo Antão: O Autor, 2015.
40f.
- Orientador: Cristiano Aparecido Chagas.
Coorientador: Paula Braga Gomes.
Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV. Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, 2015.
Inclui bibliografia.
1. Zoantídeos. 2. *Zoanthus sociatus* - Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil.
3. Zoantídeos - Variação Morfológica. I. Chagas, Cristiano Aparecido (Orientador). II. Gomes, Paula Braga (Coorientador). III. Título.

593.6 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-099/2015



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE - MESTRADO ACADÊMICO



Dissertação de Mestrado apresentada por **Renata Meireles Oliveira Padilha** ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título **"INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA MICROANATOMIA DE *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Zoanthidea) EM RECIFES DE PORTO DE GALINHAS, PERNAMBUCO, BRASIL"**, orientada pelo Prof. Dr. Cristiano Aparecido Chagas e coorientada pela Prof^a Dr^a Paula Braga Gomes, aprovada no dia 24 de agosto de 2015 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Dr. André Maurício Melo Santos
Núcleo de Ciências Biológicas – CAV/UFPE

Dr. Carlos Daniel Pérez
Núcleo de Ciências Biológicas – CAV/UFPE

Dr^a Érika Maria Freitas
Núcleo de Ciências Biológicas – CAV/UFPE

Autora

Renata Meireles Oliveira Padilha

Dedico este trabalho a minha filha Maria Helena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de realizar o mestrado. A minha filha Maria Helena, por me fazer feliz todos os dias e ser o incentivo da minha vida. Aos meus pais, Rafael e Gorete por todo incentivo e ajuda a minha formação profissional e pessoal. Aos meus avós, Rafael, Leyde, Meireles e Cila pelo apoio e incentivo. Ao meu irmão pelos dias que me levou até Vitória para realizar compromissos do mestrado. Ao meu esposo Carlos Thiago por ter me dado o melhor presente, nossa Maria, por todo incentivo diante de todas as dificuldades, pela ajuda na coleta e caronas a Vitória. A minha sogra, Helena, meu sogro Carlos e minha cunhada Tamires por ficarem com Maria Helena para poder estudar.

Ao professor Dr. Carlos Daniel Perez que me deu a oportunidade de realizar a iniciação científica na graduação e abriu as portas para a realização do mestrado e também como coordenador da pós-graduação pelas ajudas referente à minha maternidade. Ao professor Dr. Cristiano Aparecido Chagar por ter aceitado me orientar e por todo o apoio recebido durante o mestrado, principalmente durante a gravidez e os primeiros meses de vida da minha filha. A professora Dr. Paula Braga Gomes por me co-orientar e prestar todo o apoio, incentivo e conversas de mãe durante o mestrado. Aos professores titulares e suplentes que aceitaram participar da minha banca.

Ao técnico Rafael Albuquerque pela disponibilidade para me ensinar a parte de histologia e cortar os blocos comigo. A Érica Patrícia por todo apoio dado ao meu projeto durante minha gravidez e nascimento da minha filha, pelas ajudas nas coletas, histologia e momentos felizes no laboratório. A Thiago esposo de Érica por sua ajuda na coleta. Ao jardineiro Bau pela ajuda durante a coleta em Porto de Galinhas.

A Roger, Janine e Érika por todo apoio em relação a material e dúvida sobre os zoantídeos. A professora Dr. Elizabeth Neves de Melo por ter disponibilizado seu laboratório no anexo de anatomia para a realização dos cortes histológicos. Também gostaria de agradecer a Olavo por ter me ensinado a utilizar o micrótomo e pelas conversas durante o período em que passei no anexo de anatomia. Ao professor Dr. José Luiz de Lima Filho e Dr. Luiz Carlos Alves pela oportunidade de realizar a coloração das lâminas no LIKA e a técnica Carmelita Cavalcanti pela ajuda na coloração. A FACEPE pela concessão da bolsa e por fim a todos os integrantes do GPA – Grupo de Pesquisa em Antozoários, colegas de turma do mestrado, família e amigos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	Viii
LISTA DE TABELAS	iX
RESUMO	X
ABSTRACT	Xi
CAPÍTULO 1	1
1.1 Introdução	1
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo Geral	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Hipóteses	3
1.4. Revisão da Literatura	4
1.4.1 Os Ambientes Recifais	4
1.4.2 O Filo Cnidaria	5
1.4.3 <i>Zoanthus sociatus</i> (Elis & Solander 1786)	7
1.4.4 Variação Morfológica	7
CAPÍTULO 2	11
Influência das condições ambientais na microanatomia de <i>Zoanthus sociatus</i> (Cnidária, Zoanthidea) em recifes de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil.	
RESUMO	12
2.1 Introdução	13
2.2 Materiais e Métodos	15
2.3 Resultados e Discussão	19
2.4 Conclusões	29
2.5 Referências Bibliográficas	30
2.6 Considerações Finais	34
2.7 Referências Bibliográficas	35

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1 Colônia de *Zoanthus sociatus* de Porto de Galinhas PE. Foto: Érica Patrícia.....8
- Figura 2.1 Localização de Porto de Galinhas, Ipojuca –PE Brasil.....15
- Figura 2.2 Corte transversal de *Zoanthus sociatus* demonstrando as estruturas da anatomia interna mesuradas no trabalho: (A) Diâmetro da Faringe; (B) Comprimento do mesentério direto; (C) Mesogléia; (D) Epiderme.....17
- Figura 2.3 Gráficos de correlação positiva entre o diâmetro médio da faringe com: (A) altura, (B) volume e (C) diâmetro médio do pólipo.....20
- Figura 2.4 Gráficos de correlação positiva entre o mesentério direto maior com: (A) diâmetro médio do pólipo, (B) volume e (C) altura.....21
- Figura 2.5 Gráficos das comparações das medianas da altura (A), volume (B) e mesentério direto maior (C) dos pólipos de *Z. sociatus* do recife visitado (P) e não visitado (NP).....23
- Figura 2.6 Gráficos de comparações das medianas do volume (A), diâmetro médio do pólipo (B) de *Z. sociatus* do mediolitoral do recife não visitado durante o período seco (s) e chuvoso (c).....25
- Figura 2.7 Gráfico da comparação da mediana da espessura da epiderme de *Z. sociatus* no mediolitoral (M) e infralitoral (I) do recife não visitado...26

LISTA DE TABELAS

- Tabela 2.1 Valores de r da Correlação de Pearson entre as medidas externas e internas de *Zoanthus sociatus* da praia de Porto de Galinhas com $p < 0,001$19
- Tabela 2.2 Medida das estruturas da morfologia externa e microanatomia dos pólipos de *Zoanthus sociatus* de Porto de Galinhas. Média \pm desvio padrão, morfologia externa (altura, diâmetro médio e volume) em milímetros (mm) e microanatomia (diâmetro médio da faringe, mesentérios, mesoglêia e epiderme) em micrometros (μm).....22

RESUMO

Os zoantídeos são organismos que dominam os recifes costeiros brasileiros principalmente os pertencentes ao gênero *Zoanthus* e *Palythoa*. O grupo é caracterizado por apresentar alta plasticidade morfológica, essa habilidade pode indicar reflexo dos organismos frente as mudanças no ambiente, podendo ser considerado uma estratégia adaptativa. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência das condições ambientais naturais (posição no médio ou infralitoral e período do ano: seco ou chuvoso) e impacto antrópico (turismo) na morfologia externa e microanatomia da espécie *Zoanthus sociatus* nos recifes da praia de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. Os pólipos foram coletados, fixados e encaminhados para a morfometria onde foi mensurado a altura, diâmetro médio e o volume do pólipo. Posteriormente, os pólipos passaram pelo processamento histológico onde foram medidas as estruturas microanatômicas: diâmetro médio da faringe, comprimento do mesentério diretivo maior, espessura da mesogléia e epiderme. Com os dados foi realizado o teste de correlação de Pearson para averiguar se há correlação entre as medidas da morfologia externa com a interna. Foi observado que o mesentério maior e diâmetro médio da faringe apresentaram correlação positiva com a altura, diâmetro médio e volume. Esse resultado mostra que essas estruturas estão relacionadas com a variação do tamanho do pólipo, pelo aumento da cavidade gástrica ou pelo aumento dos mesentérios diretivos que se conectam da parede do corpo até a faringe. Também foi realizada uma análise comparativa utilizando o teste Wilcoxon, avaliando a influencia em relação à localidade, período do ano e influencia do turismo. Quanto à localidade foi encontrada maior espessura da epiderme para os pólipos do mediolitoral, podendo indicar uma estratégia para resistir à dessecação. Para sazonalidade foi observado que os pólipos do período seco apresentaram maior diâmetro médio e maior volume, podendo está relacionado com o aumento da sedimentação local. Quanto à visitação os pólipos do recife visitado apresentaram maior altura, volume e comprimento do mesentério diretivo maior, podendo indicar maior resistência contra o pisoteio ou escaparem da sedimentação. O estudo mostra que a espécie possui alta plasticidade morfológica, até mesmo em nível microanatômico, refletindo o sucesso ocupacional em ambientes recifais, até mesmo com intenso fluxo de turismo.

Palavras-Chave: Zoantídeos, Variação Morfológica, Nordeste.

ABSTRACT

Zoanthids are dominant organisms in Brazilian coastal reefs, specially the genera *Zoanthus* and *Palythoa*. The group is characterized by an elevated morphological plasticity, this ability might indicate responses in facing environmental changes, and thus, it could be considered an adaptive strategy. The present study had as objective to evaluate the influence of natural environment conditions (position on mid- or infra-littoral and year periods: dry or rainy) and anthropic impact (tourism) on external morphology and microanatomy of *Zoanthus sociatus* on the reefs of Porto de Galinhas beach, Pernambuco, Brazil. Polyps were sampled, fixated and then sent to morphometry, where it was measured height, average diameter and polyp volume. Subsequently, the polyps went through histological procedures where its microanatomic features were measured: pharynx's average diameter, length of biggest directive mesentery, thickness of mesoglea and epidermis. Pearson's correlation test was performed using obtained data to ascertain if there is correlation between the internal and external morphology measurements. Positive correlation was observed between the biggest mesentery and the average diameter of pharynx and, height, average diameter and polyp volume. This result presents that these structures are related with variation of polyp size, by increase of gastric cavity or by the increase of the directive mesenteries, since it connects the body wall and pharynx. A comparative analysis was also realized using Wilcoxon's test, evaluating the influence regarding location, period of year and tourism impact. About the location, it was found bigger epidermis thickness for midlittoral polyps, probably indicating a strategy to resist dehydration. Regarding seasonality, polyps of dry period showed greatest average diameter and major volume, this result might be related with the elevated local sedimentation. Concerning tourist visitation, the polyps of visited reef presented bigger height, volume and length of biggest directive mesentery, probably due increased resistance against tourists' stomp or to avoid sedimentation. The study shows the species possesses elevated morphological plasticity, even in microanatomical levels, reflecting the success in occupy reef environments, still with intense tourism flow.

Keywords: Zoanthids, Morphological Variation, Northeast.

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

A plasticidade fenotípica representa interações entre os organismos e os fatores ecológicos, produzindo respostas por variações morfológicas, história de vida ou expressão de um genótipo (SCHICHITING, 1989). A variação morfológica é bastante comum em antozoários, incluindo os corais escleractíneos (TODD *et al.*, 2008) e zoantídeos (REIMER *et al.*, 2004). Essa capacidade de variação em sua morfologia promove a adaptação das espécies em diferentes condições ecológicas (TODD *et al.* 2001). A variação morfológica pode estar associada a condições de luminosidade (GRAUS; MACINTYRE, 1982; BELTRAN-TORRES; CANICART-GANIVET, 1993; CARAS; BACHAR; PASTERNAK, 2008; ONG; REIMER; TODD, 2013), profundidade (AMARAL, 1994), temperatura ou mudanças climáticas (MORRIS *et al.* 2001; AMARAL; RAMOS, 2007) e sedimentação (TODD *et al.*, 2001). Estudos taxonômicos em zoantídeos utilizam caracteres morfológicos externos, histologia e, em trabalhos recentes, técnicas moleculares para delimitação de espécies (REIMER *et al.*, 2006). Isto é dificultado devido a variabilidade do grupo. Esta variabilidade foi foco de estudos abrangendo a morfologia externa dos pólipos (COSTA *et al.*, 2011; ONG; REIMER; TODD, 2013), porém, ainda não é conhecida a variabilidade microanatômica e nem a relação entre ambas para os zoantídeos.

Estudos ressalvam que há necessidade de novos trabalhos para compreender a plasticidade morfológica em zoantídeos (KOEHL, 1977; SOONG; SHIAU; CHEN, 1999; REIMER *et al.*, 2006a, 2006b; COSTA *et al.*, 2011; ONG; REIMER; TODD, 2013). A variação morfológica nos antozoários ocorre em diferentes níveis, podendo ocorrer entre recifes, entre localidades de um mesmo recife ou dentro de uma mesma colônia (AMARAL; RAMOS, 2007). A maior parte desta variação tem sido associada a condições naturais do meio, mas pouco se sabe como alterações na morfologia podem refletir respostas adaptativas frente à ação antrópica em zoantídeos.

Os recifes do nordeste brasileiro são caracterizados pelos recifes de arenito ou “beachrocks” (AMARAL, 1986). Diferente do predomínio de corais escleractíneos, os zoantídeos dominam esses ambientes (FAUTIN, 1988), até mesmo em áreas com condições desfavoráveis (CASTRO *et al.*, 2012). Os principais representantes são organismos dos gêneros *Zoanthus* e *Palythoa* (MAIDA *et al.*, 1997). O sucesso ocupacional deve-se a estratégias de rápido crescimento (BATISDAS; BONE, 1996),

competição (SUCHANEK; GREEN, 1981) e a plasticidade das colônias (COSTA *et al.*, 2011).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência das condições ambientais naturais (posição no médio ou infralitoral e período do ano- seco ou chuvoso) e impacto antrópico (pisoteio de turistas) na morfologia externa e microanatomia da espécie *Zoanthus sociatus* nos recifes da praia de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. Além disso, será analisada a relação entre as variações na morfologia externa e as variações microanatômicas, com o objetivo de compreender os mecanismos de adaptação da espécie.

1.2 Objetivos:

1.2.1. Objetivo geral

Avaliar a influência das condições ambientais na morfologia e microanatomia de *Zoanthus sociatus* (Cnidaria: Zoanthidea) nos recifes de Porto de Galinhas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Avaliar se ocorre correlação entre a morfologia externa e a anatomia interna em pólipos de *Z. sociatus*.
- Analisar a variação morfológica e microanatômica em pólipos de *Z. sociatus* em relação a visitação de turistas: recife pisoteado e recife não pisoteado.
- Analisar a variação morfológica e microanatômica em pólipos de *Z. sociatus* nem relação a sazonalidade: estação seca e chuvosa.
- Analisar a variação morfológica e microanatômica em pólipos de *Z. sociatus* em relação a localidade: mediolitoral e infralitoral.
- Analisar se ocorre variação morfológica em pólipos de *Z. sociatus* da praia de Porto de Galinhas.

1.3 Hipóteses

- Há correlação entre a morfologia externa e a anatomia interna em pólipos de *Z. sociatus*.
- Há diferença entre os pólipos de *Z. sociatus* do recife visitado e não visitado quanto a: 1) diâmetro médio do pólipo; 2) altura do pólipo; 3) volume do pólipo; 4) espessura da mesogléia; 5) comprimento do mesentério diretivo.
- Há diferença entre os pólipos de *Z. sociatus* da estação seca e chuvoso quanto a: 1) altura do pólipo; 2) volume; 3) volume do pólipo; 4) espessura da mesogléia; 5) espessura da epiderme.
- Há diferença entre os pólipos de *Z. sociatus* do mediolitoral e infralitoral quanto a: 1) diâmetro do pólipo; 2) volume do pólipo; 3) altura do pólipo; 4) espessura da mesogléia; 5) espessura da epiderme.
- Há plasticidade morfológica em pólipos de *Z. Sociatus* da praia de Porto de Galinhas.

1.4 Revisão da Literatura

1.4.1 Os Ambientes Recifais

Os ambientes recifais estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do planeta, sendo a base da sobrevivência de inúmeras populações costeiras, apresentam grande biomassa e elevada produção primária (COUTINHO, 2002).

Os recifes são formações rochosas calcárias, fruto de longas histórias evolutivas construídas a partir da deposição de carbonato de cálcio por organismos como os corais escleractíneos, esponjas e algas calcárias (MAIDA; PADOVANI, 2004). Corresponde a cerca de 15% do fundo marinho entre 0 a 30 metros de profundidade distribuídos nas regiões tropicais do planeta (VILLAÇA, 2002). Quanto a sua forma, os recifes podem ser classificados como: Recife em barreiras, separado da costa por um canal de no mínimo de 10 metros e distante da costa ao menos um quilometro; Recifes em Franja localizados próximo ao litoral formam-se na areia e se estendem para o oceano (LEÃO, 1996); Atóis, recifes em forma circular ou de ferradura em torno de uma lagoa central (geralmente em mar aberto); Recifes em Plataformas que são encontradas em lagoas criadas por atóis ou barreiras (MOBERG; FOLKE, 1999).

No Brasil, os recifes se distribuem cerca de 3.000 km da costa do nordeste desde o Maranhão até o sul da Bahia, sendo os únicos ecossistemas recifais do Atlântico Sul (MAIDA; FERREIRA, 1997). Os recifes de coral de Abrolhos (localizado na região sul do estado da Bahia) são a formação coralínea mais importante do Atlântico Sul, distribuindo-se por uma área de 6 km² (VILLAÇA, 2002). A maioria das espécies formadoras de recifes são endêmicas, ou seja, apenas encontrada no Brasil (MAIDA *et al.*, 1997). No nordeste brasileiro as formas mais encontradas são os recifes de franja, também edificados pelo sedimento calcário ou silicoso, sendo considerado como recifes de arenito ou “beachrock” (AMARAL, 1986; VILLAÇA, 2002).

Pode-se destacar a importância dos recifes sob aspecto físico – proporcionando proteção às regiões costeiras da ação do mar em diversas áreas do litoral brasileiro; biológico – devido à grande riqueza e abundância de organismos associados em teia alimentar de grande complexidade; e bioquímico – fornecendo matéria-prima para pesquisas na área farmacológica (MMA, 2003). Além disso, ambientes marinhos consolidados, como os recifais, são geralmente caracterizados por uma alta complexidade de substratos, importante principalmente para organismos fitais e sésseis (DENOVARO; FRASCHETTI,

2002), sendo berçários para novas espécies e benefícios gerados pelo uso recreativo a turístico (MOBERG; FOLKE 1999). Os recifes são também economicamente importantes, movimentando aproximadamente U\$375 bilhões ao ano (MMA, 2010).

Estima-se que 27% dos recifes de coral do mundo já foram degradados irreversivelmente (CÉSAR; BURKE; PET-SOEDE, 2003). Sem incluir os estresses naturais, estima-se que 25% da redução desses ambientes está relacionado à atividade humana nos recifes (BUDDEMEIER; KLEYPAS; ARONSON, 2004). Entre essas interferências destacam-se: o desenvolvimento costeiro desordenado, a poluição marinha, pesca predatória, sedimentação, atividade turística, a mineração, e os derramamentos de óleo (GOLDBERG; WILKINSON, 2004).

O turismo está entre uma das principais atividades que interfere na saúde do ambiente recifal. O impacto de visitantes e mergulhadores inclui a resuspensão do sedimento, contato com as nadadeiras causando quebra de corais, o pisoteio e a permanência sobre os recifes (CHABANET *et al.*, 2005). Brosnan e Crumrine (1994), afirmam que o pisoteio pode afetar diretamente os indivíduos, quando ocorre a remoção total ou parcial do indivíduo e enfraquecimento da força de fixação ou indiretamente, pela remoção de outras espécies que interagem por competição, fornecimento de habitat e predação. A utilização desses ambientes pelos homens sem a devida fiscalização vem causando uma redução da quantidade de recifes de corais pelo mundo (KITTINGER *et al.*, 2012).

1.4.2 O Filo Cnidaria

Os cnidários são organismos com organização simples (DALY, 2002). Apresenta como característica marcante a presença dos cnidocistos, estruturas urticantes utilizadas para defesa e alimentação (captura de presas, digestão, etc.); e a existência de duas formas corporais que podem coexistir num mesmo ciclo de vida: o pólipó e a medusa (HERBERTS, 1972). Seus representantes são exclusivamente aquáticos e podem ser encontrados em fundos consolidados, em todos os mares, desde mediolitoral até zonas abissais (MARQUES; COLLINS, 2004), podem viver isoladamente ou em colônias e também em associação com plantas, animais ou objetos relativamente sólidos (MIGOTTO *et al.*, 1999). Atualmente o filo encontra-se dividido em cinco classes: Hydrozoa, Scyphozoa, Cubozoa, Staurozoa e Anthozoa (MARQUES; COLLINS, 2004). A classe Anthozoa é representada por cnidários exclusivamente marinhos que apresentam apenas a forma polipoide, sendo ausente a fase medusa (FAUTIN; MARISCAL, 1991). Possuindo aproximadamente 6.225 espécies conhecidas, a classe encontra-se dividida em duas subclasses: Hexacorallia e

Octocorallia (MCFADDEN; SANCHEZ; FRANCE, 2010). Segundo Daly et al., (2007) a subclasse Octocorallia apresenta indivíduos com pólipos com oito tentáculos pinados e oito mesentérios, representado pelos corais moles, leques-do-mar e penas-do-mar. Já a subclasse Hexacorallia apresenta indivíduos com pólipos com tentáculos e mesentérios em 6 ou número múltiplo de seis, representados pelos zoantídeos, anêmonas, corais pétreos, corais negros e ceriantários (FAUTIN; MARISCAL, 1991). Os antozoários apresentam grande importância na composição dos recifes coralíneos, enquanto que os corais escleractínios são uns dos maiores responsáveis por secretar carbonato de cálcio contribuindo para a formação destes tipos de recifes (FAUTIN, 1998).

Pertencente à subclasse Hexacorallia a ordem Zoanthidea, (também conhecida por alguns autores como Zoantharia) são caracterizados por habitarem desde águas superficiais a águas profundas em todos os oceanos (RYLAND; BRASSEUR; LANCASTER, 2004). Indivíduos da ordem Zoanthidea apresentam estrutura corporal simples. Os pólipos são clonais e possuem dois ciclos de tentáculos ao redor do disco oral (DALY *et al.*, 2007). Geralmente é composta por colônias, exceto pelo gênero *Sphenopus* (Família Sphenopidae), e possuem pólipos unidos por um cenêquima (REIMER *et al.*, 2010) e esqueleto hidrostático (RYLAND, 1997). Internamente apresentam uma cavidade gastrovascular cercada por uma parede corpórea formada por uma epiderme externa e uma gastroderme interna, com uma mesoglêia intermediária. Os elementos internos mais destacados são o sifonoglifo, mesentérios e faringe (KRISHNA; GOPHANE, 2013). Além disso, existem espécies de zoantídeos que incrustam sedimentos em sua mesoglêia, proporcionando maior resistência e sustentação (REIMER *et al.*, 2010).

A maioria das espécies dos zoantídeos apresenta relação simbiótica com zooxantelas (LONGO; ARIAS; SCHLENZ, 2000). A sistemática corrente da ordem Zoanthidea é baseada na organização dos mesentérios e segue a divisão do grupo em duas subordens: Brachycnemina e Macrocnemina. Essas subordens diferem pelo quinto par de mesentérios que é completo em Macrocnemina e incompleto em Brachycnemina (LONGO, 2002).

Os principais representantes dos recifes brasileiros são pertencentes aos gêneros *Palythoa* e *Zoanthus* (MAIDA *et al.*, 1997). Os zoantídeos encontram-se distribuídos na costa do Sudeste (SILVEIRA; MORANDI, 2011), Nordeste (PÉREZ *et al.*, 2005; RABELO *et al.*, 2015), e do Sul (BOUZON; BRANDINI; ROCHA, 2012), incluindo ilhas oceânicas (ROHLFS DE MACEDO, 1986). Embora possuam ampla distribuição geográfica, é necessário mais estudos sobre a biologia e ecologia dos zoantídeos (COSTA *et al.*, 2011).

1.4.3 *Zoanthus sociatus* (Ellis & Solander 1786)

SubClasse Hexacorallia

Ordem Zoanthidea

Família Zoanthidae Gray, 1840

Gênero *Zoanthus* Lamarck, 1801

Zoanthus sociatus (Ellis & Solander, 1786)

Os indivíduos do gênero *Zoanthus* distribuem-se por todo o planeta em águas rasas tropicais e subtropicais, e são comumente encontrados em rochas e bordas de recifes de coral, expostos a ondas e/ou correntes (REIMER *et al.*, 2006a).

A espécie *Zoanthus sociatus* (Figura 1.1), é comumente encontrada na América central (AIRES, 2015), e em recifes brasileiros (MAIDA *et al.*, 1997; RABELO *et al.*, 2015). No Brasil se distribuem desde o Ceará, até o litoral de São Paulo, e também em ilhas oceânicas (MACEDO; BELÉM, 1994; AMARAL, 2009). Em Pernambuco, se distribuem ao longo litoral, sendo encontrada nas praias de Ponta de Pedras, Casa Caiada, Piedade, Paiva, Enseada dos Corais, Muro Alto, Porto de Galinhas, Serrambi, Tamandaré, São José da Coroa Grande (AIRES, 2015).

Frequentemente se encontram em águas rasas com menos de 30 metros de profundidade, podendo estar exposta no meiolitoral ou em áreas submersas no infralitoral. (AIRES, 2015). As colônias se fixam em substratos diversos, como concha de moluscos, esqueleto de corais escleractíneos e blocos de rochas soltas (ROLFS DE MACEDO, 1986).

Segundo Aires (2015) a espécie apresenta pólipos alongados, com altura entre 3 a 55 mm e diâmetro de 2 a 8 mm. Formam colônias grandes, com pólipos unidos por um cenênquima estolar. Possuem tentáculos alongados e filiformes, com contagem entre 42 e 62 e o número de mesentério de 42 a 68. A boca possui cor amarela e a coloração do disco oral varia entre tons de verde, azul, preto, amarelo e fluorescente. Apresenta uma coluna transparente, possibilitando a visualização da zona digestivo-excretora. Possuem coluna lisa, sem incrustações de sedimentos (ROLFS DE MACEDO, 1986).



Figura 1.1: Colônia de *Zoanthus sociatus* de Porto de Galinhas, PE. Foto: Érica Patrícia

Sua anatomia interna é caracterizada por uma faringe curta, com o sifonoglifo não muito evidente e apresentam mesentérios estreitos (RHOLFS DE MACEDO, 1986). Mesentérios são projeções internas do corpo, apresentando dois tipos: Mesentérios Completos ou Perfeitos, que se estendem da parede do corpo até a faringe e Mesentérios Incompletos, aqueles que não atingem a faringe. Apresentam ainda dois pares de mesentérios diretivos (em cada extremidade da faringe) (LONGO, 2002).

Os tentáculos possuem epiderme colunar simples, sem cutícula e subcutícula. Possuem mesogléia fina sem incrustação de sedimentos e gastroderme sem nematocisto, com grandes concentrações de zooxantelas. Disco oral com epiderme mais estreita que a dos tentáculos e os músculos ectodérmico e endodérmico são fracamente desenvolvidos. O sifonoglifo é estreito e com numerosas células com cílios longos. Os septos mesentéricos possuem arranjo brancemico, conectados com a parede corporal através de pequenas hastes (ROHLFS DE MACEDO, 1986).

O gênero *Zoanthus* é comum na costa nordestina e facilmente encontrado nos recifes de Pernambuco, apesar de sua grande importância ecológica e abundância, sua biologia e ecologia é escassamente documentada (AIRES, 2015).

1.4.4 Variação Morfológica

O ambiente recifal é bastante heterogêneo, os organismos bentônicos apresentam um grande desafio adaptativo, pois são sésseis e incapazes de escapar do seu local (CHEN *et al.*, 2011). Assim, muitos animais, incluindo os corais escleractínios e zoantídeos, desenvolveram variações em sua morfologia com relevância ambiental (TOOD, 2008; COSTA *et al.*, 2011).

A plasticidade fenotípica é um processo que acontece em alguns organismos. Esse processo representa interações entre os organismos e os fatores ecológicos, produzindo respostas por variações morfológicas, história de vida ou expressão de um genótipo (SCHICHITING, 1989). A variabilidade morfológica ocorre com muita frequência em organismos marinhos bentônicos (AMARAL, 1994; MILLER, 1994; TODD *et al.*, 2001; REIMER *et al.*, 2006b; AMARAL; RAMOS, 2007) como resposta as mudanças sofridas no ambiente onde esses organismos vivem (VERON, 1985; AMARAL, 1994; MILLER, 1994; PIGLIUCCI, 1996), ou a fatores genéticos (TOOD, 2008), como consequência do processo de evolução. Entre os representantes do Filo Cnidaria é comum a plasticidade morfológica (REIMER *et al.*, 2006a).

Diversos fatores podem influenciar a morfologia do animal como: luminosidade (GRAUS; MACINTYRE, 1982; BELTRAN-TORRES; CANICART-GANIVET, 1993; CARAS; BACHAR; PASTERNAK, 2008; ONG; REIMER; TODD, 2013), temperatura ou mudanças climáticas (MORRIS *et al.*, 2001; AMARAL e RAMOS, 2007) e sedimentação (TODD *et al.*, 2001). Essa diferenciação pode ser atribuída à diferenciação genética, plasticidade fenotípica ou a uma combinação de ambos, e parece frequentemente ser correlacionada com o ambiente (FOSTER, 1979). É difícil indicar quais padrões levam a essas variações tendo em vista a natureza heterogênea do ambiente recifal (MILLER, 1994).

Em termos taxonômicos, tais alterações morfológicas induzidas ambientalmente pode dificultar a identificação precisa das espécies. A identificação de zoantídeos é baseada para alguns autores em caracteres morfológicos, que gera ambiguidades devido à alta similaridade entre as espécies e gêneros (LONGO; ARIAS; SCHLENZ, 2000). Este tem sido um problema persistente desde os primeiros estudos taxonômicos (ROHLFS; BELÉM 1994; BURNETT *et al.*, 1995, 1997). A alta variabilidade morfológica entre os indivíduos faz necessários trabalhos taxonômicos para reavaliação do grupo (REIMER *et al.*, 2004). Atualmente o gênero vem sendo reexaminado por técnicas moleculares juntamente com

dados morfológicos. (REIMER *et al.*, 2004; REIMER *et al.*, 2006a;2006b; REIMER *et al.*, 2007; REIMER; IREI; FUJII, 2012; HIBINO *et al.*, 2013).

Ao contrário dos zoantídeos as variações morfológicas em corais são bem mais exploradas pelos pesquisadores (TODD *et al.*, 2008). No Brasil, existem trabalhos realizados com corais da família *Mussidae* e *Faviidae* (AMARAL, 1994; SOUZA; AMARAL, 2002) e com hidróides calcários do gênero *Millepora* (AMARAL *et al.*, 2002).

A maioria dos trabalhos realizados de variação morfológica com zoantídeos apresenta como objetivo a taxonomia e não avaliam quais os motivos que levam a essa variação (REIMER *et al.*, 2004). Atualmente trabalhos avaliando a variabilidade morfológica em zoantídeos vêm sendo realizado. Costa *et al.*, (2011) fizeram um estudo analisando a variação da morfologia externa da espécie *Palythoa caribaeorum* na costa de Pernambuco relacionando a variação com as condições ambientais e foi observada variabilidade morfológica dos pólipos como resposta adaptativa as mudanças do meio. ONG *et al.*, (2013) realizaram um ensaio experimental com colônias transplantadas de *Palythoa tuberculosa* e *Zoanthus sansibaricus* para analisar a variação morfológica em relação à luminosidade. O estudo mostrou respostas adaptativas frente à mudança de luminosidade, apresentando pólipos maiores nas colônias na situação de baixa luminosidade.

Os critérios de avaliação para estudo de variação morfológica variam de acordo com os autores. Os trabalhos utilizam a morfologia externa com medições da altura, diâmetro do pólipo (COSTA *et al.*, 2011), área do disco oral, comprimento de tentáculos, distância entre os pólipos e número de tentáculos (ONG; REIMER; TODD, 2013). Caracteres internos ainda não foram utilizados em trabalhos de variação morfológica, mas são utilizados em trabalhos de taxonomia (REIMER *et al.*, 2010). A histologia permite a visualização de estruturas como mesentério, mesogléia e presença ou ausência de lacunas na parede do corpo. É um processo bastante dificultado em espécies que acumulam sedimento em sua estrutura, pois sem o tratamento correto danificam o tecido durante o corte (REIMER *et al.*, 2010). Entender o que leva os organismos a alterar sua morfologia frente a mudanças no seu ambiente é importante dentro do ponto de vista da capacidade de adaptação das espécies (TODD *et al.*, 2008).

CAPÍTULO 2

Influência das condições ambientais na microanatomia de *Zoanthus sociatus* (Cnidária: Zoanthidea) em recifes de porto de galinhas, Pernambuco, Brasil.

RESUMO

Os zoantídeos são organismos caracterizados por apresentar alta plasticidade morfológica, essa habilidade de variação morfológica pode indicar respostas dos organismos, frente às mudanças no ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência das condições ambientais naturais (posição no médio ou infralitoral e período do ano: seco ou chuvoso) e impacto antrópico (pisoteio de turistas) na morfologia externa e microanatomia da espécie *Zoanthus sociatus* nos recifes da praia de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. Os pólipos foram coletados, fixados e encaminhados para a morfometria onde foi mensurado a altura, diâmetro médio e o volume do pólipo. Posteriormente, encaminhados ao processamento histológico, e após a formação das lâminas, foram medidas as estruturas microanatômicas: diâmetro médio da faringe, comprimento do mesentério diretivo maior, espessura da mesogléia e epiderme. O teste de correlação de Pearson foi utilizado para analisar se existe correlação entre as medidas externa com a interna. Foi encontrado que o mesentério maior e diâmetro médio da faringe apresentaram correlação positiva com a altura, diâmetro médio e volume. Esse resultado representa que essas estruturas estão relacionadas com a variação do tamanho do pólipo. Também foi realizada uma análise comparativa utilizando o teste Wilcoxon, avaliando a influencia em relação à localidade, período do ano e influencia do turismo. Quanto à visitação, os pólipos do recife visitado apresentaram maior altura, volume e comprimento do mesentério diretivo, podendo indicar maior resistência contra o pisoteio ou estratégia para escapar da sedimentação, ocasionado pelo turismo local. Para sazonalidade, foi observado que os pólipos do período seco apresentaram maior diâmetro médio e maior volume, podendo está relacionado com o aumento da sedimentação local. Para à localidade, foi encontrada maior espessura da epiderme para os pólipos do mediolitoral, podendo indicar uma estratégia para resistir à dessecação. O estudo mostra que a espécie possui alta plasticidade morfológica, até mesmo em nível microanatômico, refletindo o sucesso ocupacional em ambientes recifais, até mesmo com intenso fluxo de turismo.

Palavras-Chave: Zoantideos, Variação Morfológica, Nordeste.

2.1 Introdução

Os ambientes recifais estão entre os ambientes marinhos mais produtivos do mundo, sendo à base da sobrevivência de diversas populações (COUTINHO, 2002). Entre os grupos biológicos que melhor caracterizam os recifes do mundo estão os cnidários antozoários (SILVA *et al.*, 2015), tendo como principais representantes os corais e os zoantídeos (FAUTIN, 1988).

Os zoantídeos são organismos dominantes em recifes como o da Jamaica (KARLSON, 1980), e também em locais onde ocorreu a diminuição de corais escleractínios devido a estresse ambiental (FAUTIN, 1988), como no Havaí (COOKE, 1976) e o Brasil (CRUZ *et al.*, 2014). No Brasil, os recifes são caracterizados por dominância de macroalgas (BARRADAS *et al.*, 2010) e por zoantídeos (RABELO *et al.*, 2015), principalmente os representantes dos gêneros *Palythoa* e *Zoanthus* (MAIDA *et al.*, 1977). Embora possuam ampla distribuição geográfica, há poucos estudos sobre a biologia e ecologia dos zoantídeos (REIMER; IREI; FUJII, 2012).

A variabilidade morfológica é um processo que ocorre como resposta a mudanças sofridas no ambiente em que o organismo vive ou a fatores genéticos (ONG; REIMER; TODD, 2013). Frequentemente a variação morfológica pode estar relacionada a condições ambientais como a profundidade (AMARAL, 1994), luminosidade (GRAUS; MACINTYRE, 1982; BELTRAN-TORRE; CANICART-GANIVET 1993; CARAS; BACHAR; PASTERNAK, 2008; ONG; REIMER; TODD, 2013), sedimentação (TODD *et al.*, 2001) e temperatura (AMARAL; RAMOS, 2007). Muitos trabalhos focam a variabilidade morfológica em corais (TODD *et al.*, 2008), sendo necessário mais conhecimento sobre a variação em zoantídeos (REIMER *et al.*, 2004). Estudos taxonômicos se baseiam em caracteres morfológicos e microanatômicos na identificação de espécies de zoantídeos (REIMER *et al.*, 2010) e devido a grande variabilidade morfológica do grupo há dificuldades na taxonomia (REIMER *et al.*, 2006).

Para a avaliação da variação morfológica em zoantídeos os autores utilizam caracteres morfológicos externos (COSTA *et al.*, 2011; ONG; REIMER; TODD, 2013) e ainda não foi utilizado a histologia para estudos da variação anatômica como resposta a condições ambientais. Os zoantídeos dominam os recifes nordestinos (BARRADAS *et al.*, 2010). As espécies mais comuns são *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti 1860) e *Zoanthus sociatus* (Ellis & Solander 1786), que dominam as superfícies dos recifes no mediolitoral e, por isso, podem sofrer ação direta ou indireta de impacto antrópicos.

Costa et al., (2011) realizaram um trabalho no litoral brasileiro, na praia de Suape e verificaram que os pólipos das colônias mais próximas ao porto de Suape eram mais altos que as demais localidades do estudo, e essa variação seria reflexo do aumento da sedimentação do local devido ao Porto, indicando variação por ação de atividade humana.

Entender como os organismos podem alterar sua morfologia frente a diferentes condições ecológicas é fundamental para entender o processo de adaptação (TODD *et al.*, 2004). Portanto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a influência das condições ambientais naturais (localidade: médio ou infralitoral e sazonalidade: seco ou chuvoso) e impacto antrópico (pisoteio de turistas), na variação da morfologia externa e microanatomia em *Z. sociatus* da praia de Porto de Galinhas, como também verificar se há correlação entre os caracteres da morfologia externa e microanatômicos, com o objetivo de entender o processo de variação morfológica e o mecanismo de adaptação da espécie.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na praia de Porto de Galinhas (8°33'00" S; 35°00'27" W a 34°59'00" W), localizada na região costeira de Pernambuco no município de Ipojuca (Fig. 2.1). O clima da região é caracterizado pelas chuvas de outono-inverno com maior incidência nos meses de abril e junho, representando cerca de 70% a 75% do índice pluviométrico anual. Os meses mais quentes são os de janeiro e março, correspondendo ao índice pluviométrico mais baixo (CHAVES, 1996). A salinidade anual média é 38 e a temperatura média é 25,5°C (MEDEIROS, 1999). A praia caracteriza-se pela presença de recifes de arenito em franja, com formações de piscinas naturais, e uma areia de praia repleta de material calcário e fragmentos de organismos calcários recristalizados (LABOREL, 1969).



Figura 2.1: Localização de Porto de Galinhas, Ipojuca – PE, Brasil

O recife de Porto de Galinhas possui uma extensão de 900m e está próxima a linha da praia com fácil acesso. Apresenta recifes separados por um canal com aproximadamente 8 metros de profundidade que divide a linha de recifes, formando duas áreas recifais, uma localizada no setor sul, caracterizada por receber turista (Recife Pisoteado) que chegam a pé ou em jangadas e outra área localizada no setor norte caracterizado por não receber visitação de turistas (Recife Não Pisoteado) (SILVA *et al.*, 2015).

A praia é reconhecida como a mais visitada do Nordeste brasileiro (MACHADO *et al.*, 2009) recebendo turistas o ano todo. O período seco (novembro a março) corresponde ao período de alta estação, podendo receber mais de 65.000 visitantes temporários na cidade (SARMENTO *et al.*, 2011). Em baixa temporada o recife, o número de turistas em recife com visitação pode chegar até 205 em um intervalo de dez minutos (SILVA *et al.*, 2015).

2.2.2 Coleta de Dados

Foram coletados pólipos de *Z. sociatus* durante o ano de 2010 no mediolitoral (pólipos que não ficam cobertos pela água) do recife sem visitação no mês de junho (estação chuvosa) e dezembro (estação seca), para analisar diferenças morfológicas sazonais. Também foram coletados pólipos no mesmo ano no mediolitoral do recife visitado e não visitado durante os meses de setembro a dezembro, para análise de variação em relação ao turismo. Para análise quanto à localidade foram coletados pólipos no ano de 2015, no recife pisoteado na região de mediolitoral e infralitoral. Os pólipos foram coletados durante a maré baixa com ajuda de uma espátula, de forma aleatória em colônias diferentes (com distância de 2m para evitar coleta de clones). Os indivíduos foram colocados em um recipiente e fixados em formalina a 4% e encaminhados ao laboratório para futura análise da morfologia. No total foram coletados 120 pólipos, sendo: Mediolitoral (M): n=25; Infralitoral (I): n=25; Seco (S): n=20; Chuvoso (C): n=20; Recife Pisoteado (P): n=15 e Recife Não Pisoteado (N): n=15.

2.2.3 Análise Morfológica

Em laboratório com um paquímetro foram mensurados os valores da altura, diâmetro maior e menor do pólipo. Em seguida com esses dados foi calculado o volume dos pólipos utilizando a fórmula do volume do cilindro $Altura \times \pi \times raio^2$ (forma aproximada do pólipo de *Z. sociatus*). Após as medições, cada pólipo foi acondicionado em cassete individual, identificado e encaminhado para processamento histológico. Assim foram obtidos dados morfológicos e microanatômico de um mesmo pólipo, possibilitando as análises de correlação.

2.2.4 Processamento Histológico

Os pólipos encaminhados para a histologia, primeiramente tiveram um pedaço da sua base cortado para padronizar à altura no corte do micrótomo. Os pólipos foram desidratados numa sequência crescente de soluções de álcool etílico (70% a 90%), em banhos de 45min cada, depois diafanização por 30min e embebidos em parafinas por 90min. Após esse processo ocorreu à formação dos blocos de parafina, sendo os pólipos incluídos longitudinalmente com a porção do disco oral para baixo. Os cortes no micrótomo foram transversais a 6 μm e para padronização, foram retirados cortes logo após a visualização da faringe. As lâminas foram montadas com três cortes histológicos e encaminhadas para coloração em hematoxilina-eosina e analisadas no microscópio Zeiss Axiomager M.2 AX10.

2.2.5 Análise Microanatômica

Com o software AxioVision 4.8.2 foram medidos o diâmetro médio da abertura da faringe, comprimento do mesentério maior (tomando como referência os mesentérios diretos maior), espessura da mesoglêia e da epiderme (tomando como referência a parede do corpo entre os mesentérios diretos). Posteriormente foi calculada a média e desvio padrão de cada medida microanatômica.



Figura 2.2: Corte transversal de *Zoanthus sociatus* demonstrando a anatomia interna. (A) Diâmetro da Faringe; (B) Comprimento do mesentério diretivo; (C) Mesoglêia; (D) Epiderme. Foto: Renata Padilha

2.2.6 Análise Estatística

Para testar se há correlação entre os parâmetros morfológicos externos com os microanatômicos foi utilizado o teste de Correlação de Pearson. Para testar a hipótese que existem diferenças nas medidas dos caracteres da morfologia externa e microanatômicos nos pólipos de *Z. sociatus* nos recifes de Porto de Galinhas nas situações: a) Recife Pisoteado x Recife Não Pisoteado, b) Período Seco x Período Chuvoso, e c) Mediolitoral x Infralitoral, foi utilizado o teste não-paramétrico Wilcoxon após análise da normalidade (Shapiro-Wilk) e da homocedasticidade (Levene). Foi utilizado para todos os testes o programa estatístico R com o nível de significância de $\alpha = 0,05$.

2.3 Resultados e Discussão

O teste de correlação mostrou que as medições da morfologia externa (altura, diâmetro médio do pólipo e volume) apresentaram correlação positiva com algumas estruturas microanatômicas (Tabela 2.1). O diâmetro médio da faringe apresentou correlação positiva com todas as medidas da morfologia externa (Figura 2.3). O mesmo padrão foi observado para o mesentério (Figura 2.4).

Tabela 2.1. Valores de r da Correlação de Pearson entre as medidas externas e internas de *Zoanthus sociatus* da praia de Porto de Galinhas com $p < 0,001$.

	Diâmetro	Volume	Altura
Diâmetro Médio da Faringe	r= 0,6934	r= 0,6533	r=0,6287
Mesentério	r= 0,6786	r= 0,5524	r=0,4600

A altura, diâmetro e volume são medidas que estão relacionadas diretamente com o tamanho do pólipo. Essas estruturas tiveram correlação positiva com o diâmetro médio da faringe (Figura 2.3), isso significa que a faringe acompanha a variação do tamanho do pólipo, se o ambiente influencia a mudança do tamanho do pólipo o diâmetro médio da faringe também vai acompanhar. O mesmo padrão foi encontrado para a correlação das medidas externas com o comprimento do mesentério (Tabela 2.1; Figura 2.4). O mesentério é uma estrutura microanatômica utilizada em trabalhos taxonômicos, e é classificado como mesentério completo e incompleto. O mesentério incompleto parte da parede do corpo e não chega até a faringe. Já o mesentério completo se estende da parede corporal e se conecta com a faringe (LONGO *et al.*, 2002). O mesentério utilizado em nosso trabalho foi o diretivo maior, um mesentério completo e pelo fato de estar conectado com a parede corporal e faringe, ele acompanha a variação proporcional ao tamanho do pólipo.

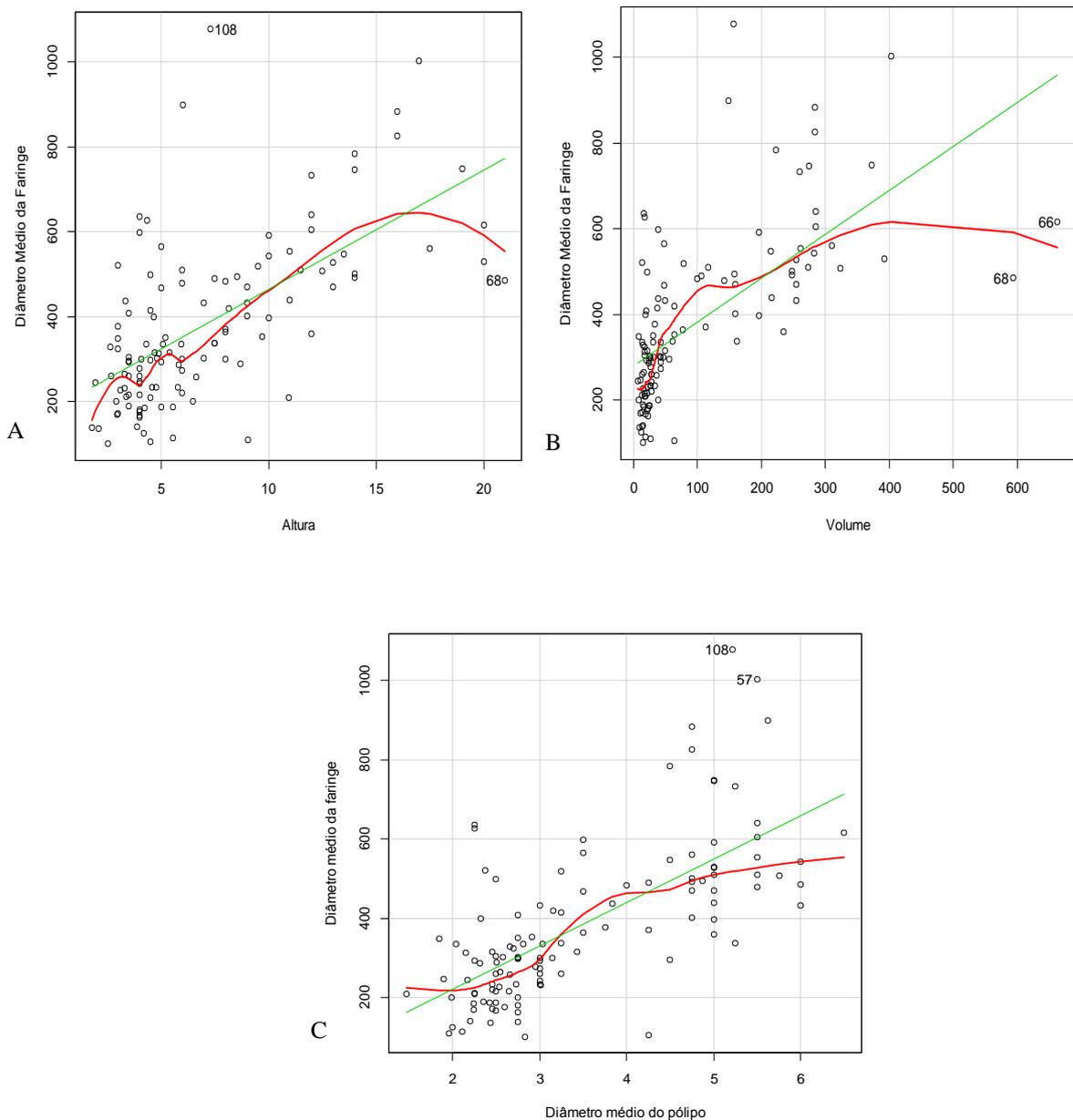


Figura 2.3: Correlação positiva entre o diâmetro médio da faringe com: (A) Altura; (B) Volume e (C) Diâmetro médio do pólipo.

A espessura da mesoglêia não apresentou correlação com o diâmetro médio do pólipo. Isso pode significar que a espessura da mesoglêia não está relacionada com a variação do tamanho do diâmetro do pólipo. Outra estrutura pode garantir essa variação de diâmetro, como os mesentérios, ou aumento da cavidade gástrica interna. O aumento ou a diminuição do comprimento dos mesentérios completos podem influenciar o diâmetro do pólipo devido estarem conectados da parede do corpo até a faringe.

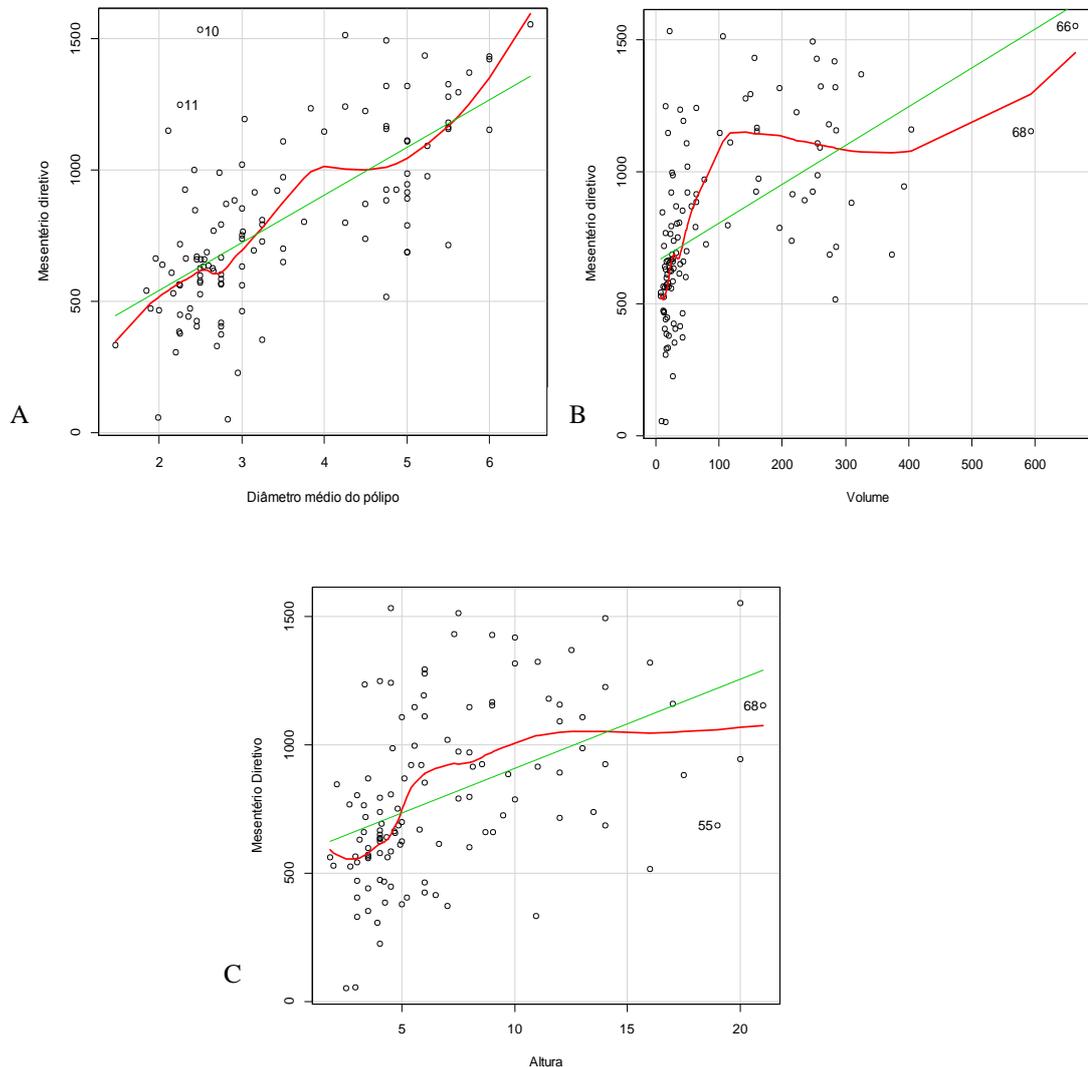


Figura 2.4: Correlação positiva entre o mesentério diretivo maior com: (A) Diâmetro médio do pólopo; (B) Volume e (C) Altura.

Também não foi encontrada correlação entre as medidas externas com a epiderme, isso significa que a espessura da epiderme não está relacionada com a variação de tamanho dos pólipos de *Z. sociatus*.

Os pólipos de *Z. sociatus* coletados no recife pisoteado em Porto de Galinhas quando comparados com os do recife não visitado apresentaram variações significativas para altura do pólopo ($p=0,001859$), volume ($p=0,005704$) e em nível microanatômico, no comprimento do mesentério ($p=0,001859$) (Tabela 2.2). Os pólipos do recife visitado apresentaram maior altura, volume e comprimento do mesentério (Figura 2.5).

O período de coleta dos pólipos de *Z.sociatus* na praia de Porto de Galinhas ocorreu durante o período de alta estação, sendo o período de maior índice de turistas sobre o recife. Em uma maré baixa cerca de 1020 turistas visitam o recife com acesso em Porto de Galinhas (SARMENTO *et al.*, 2012). Danos ocasionados pelo turismo vêm sendo recentemente discutido (SEMANN *et al.*, 2011; GIGLIO *et al.*, 2015).

Tabela 2.2. Medida das estruturas da morfologia externa e microanatomia dos pólipos de *Zoanthus sociatus* de Porto de Galinhas. Média \pm desvio padrão, morfologia externa (altura, diâmetro médio e volume) em milímetros (mm) e microanatomia (diâmetro médio da faringe, mesentérios, mesogléia e epiderme) em micrometros (μm).

	Seco	Chuvoso	Visitado	Não Visitado	Mediolitoral	Infralitoral
Medidas	X \pm SD					
Altura	4,618 \pm 1,918	3,650 \pm 1,001	6,289 \pm 1,790	4,092 \pm 1,451	9,860 \pm 4,450	11,458 \pm 4,587
Diâmetro Médio	3,064 \pm 0,974	2,439 \pm 0,390	2,591 \pm 0,403	2,631 \pm 0,796	4,320 \pm 0,993	4,822 \pm 0,959
Volume	38,886 \pm 40,714	18,649 \pm 9,048	33,875 \pm 14,669	28,048 \pm 36,661	171,155 \pm 122,220	231,714 \pm 152,325
Diâmetro Médio da Faringe	232,057 \pm 188,893	332,984 \pm 60,437	281,170 \pm 90,088	338,566 \pm 248,983	4,320 \pm 200,821	4,822 \pm 125,854
Mesentérios	782,388 \pm 346,772	568,937 \pm 224,453	780,664 \pm 207,101	578,984 \pm 322,307	951,500 \pm 303,575	1036,020 \pm 279,764
Mesogléia	213,905 \pm 178,039	149,593 \pm 75,378	197,980 \pm 66,425	159,457 \pm 92,110	197,952 \pm 227,777	137,644 \pm 90,834
Epiderme	41,779 \pm 28,233	36,958 \pm 29,710	38,856 \pm 34,662	31,825 \pm 22,040	42,866 \pm 21,233	31,997 \pm 14,643

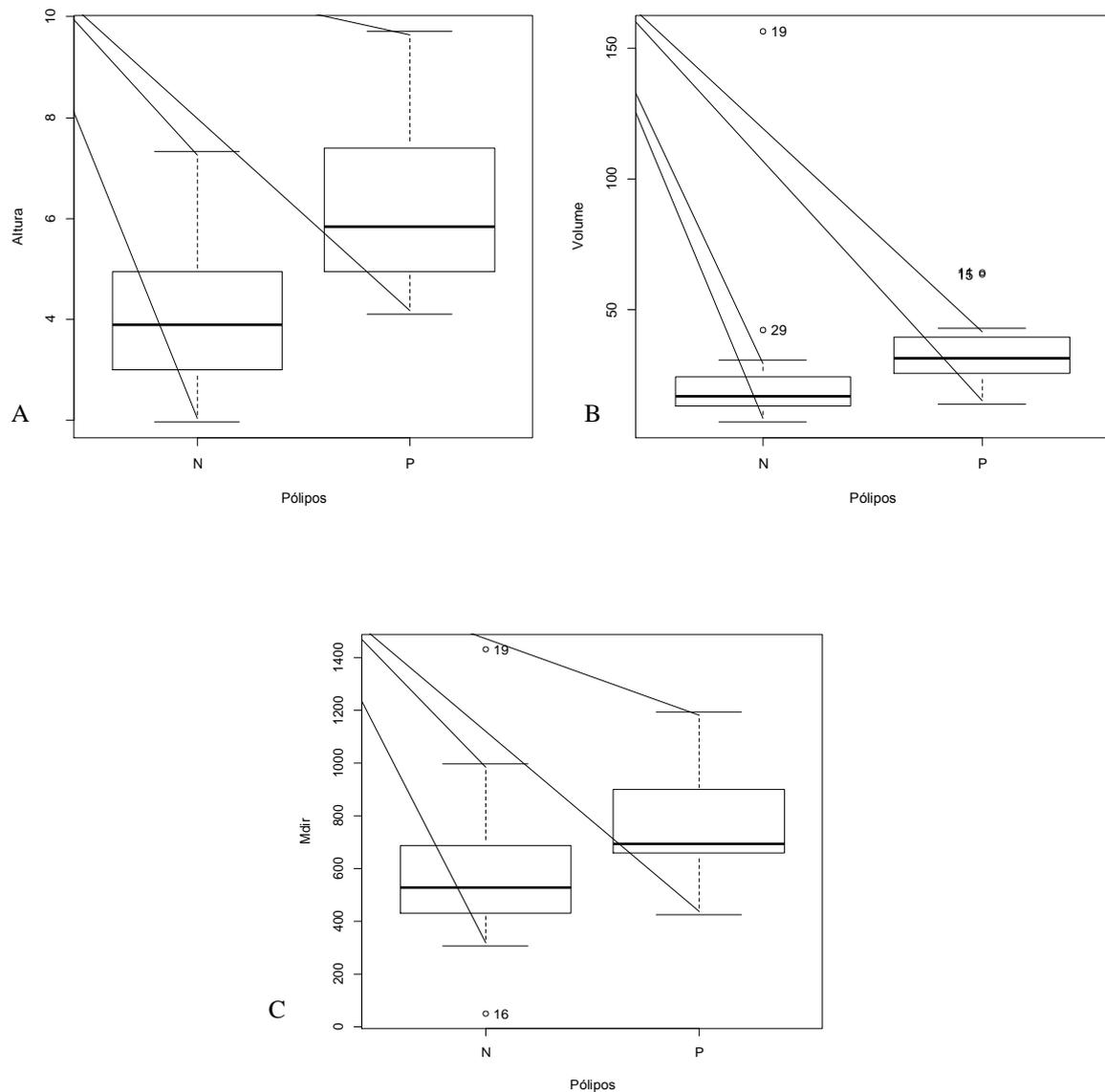


Figura 2.5. Comparações das medianas da Altura (A) e Volume (B) e comprimento do mesentério diretivo (Mdr) (C) dos pólipos de *Z. sociatus* do recife pisoteado (P) e não pisoteado (N) do Recife de Porto de Galinhas.

Entre os impactos provocados pelo turismo nos recifes está o pisoteio, (HAWKINS; ROBERTS, 1994), que pode provocar a quebra, lesões e ruptura de corais (LEUJAK; ORMOND, 2008; RODGERS; COX, 2003). O pisoteio pode afetar organismos marinhos diretamente ou indiretamente. Diretamente, quando ocorre remoção de todo indivíduo ou parte dele, desprendimento ou enfraquecimento da força de fixação. Indiretamente pela

remoção de outras espécies que interagem ecologicamente através da competição, predação e disposição de habitat (BROSNAN; CRUMRINE, 1994).

Cnidários com formas arborescentes costumam ser mais prejudicadas pelo pisoteio devido a maior susceptibilidade a quebra em comparação com formas massivas ou colônias (HANNAK *et al.*, 2011). Os zoantídeos são poucos suscetíveis a quebra, porém podem responder ao efeito direto ou indireto do pisoteio através da variação morfológica. O grupo apresenta alta plasticidade morfológica (REIMER *et al.*, 2004). Foi observado variação na altura e volume do pólipo, isso pode estar relacionado com a influência do pisoteio sobre os recifes. A espécie se distribui ao longo do recife em poças, na superfície das rochas, muitas vezes junto com macroalgas ficando exposta ao pisoteio. O aumento da altura resulta em um pólipo mais volumoso garantindo resistência no ambiente pisoteado por turistas.

Outro fator que pode explicar essa variação seria o aumento da sedimentação do local ocasionada pela atividade turística. Atividades como o mergulho, natação e a locomoção dos visitantes em jangadas contribui para o aumento da sedimentação local. Na praia de Porto de Galinhas cerca de 1.200 pessoas praticam mergulho com cilindro e outros mergulho autônomo (BARRADAS *et al.*, 2010), além das jangadas que transportam os visitantes, que ancoram na proximidade do recife, e promovem a resuspensão do sedimento (HANNAK *et al.*, 2011). Esses fatores podem impactar indiretamente os organismos através da resuspensão do sedimento pela movimentação das águas (MINCHITON; FELS, 2013). A exposição à sedimentação representa maior nível de estresse em corais (BROWNE *et al.*, 2015), o processo de deposição faz com que os sedimentos caiam em cima dos corais podendo ser prejudiciais a saúde do animal (TODD *et al.*, 2001). O aumento do volume e da altura oferece ao pólipo maior chance de não ser soterrado pelos sedimentos acumulados. Nossos resultados corroboram com o trabalho de Todd *et al.*, (2001) que encontraram pólipos mais volumosos para os pólipos do coral *Favia speciosa* em áreas com maior sedimentação. E também com o trabalho de Costa *et al.*, (2011) que verificaram que pólipos de *Palythoa caribaeorum* localizados na proximidade do porto de Suape apresentaram maior altura e volume para evitar o acúmulo de sedimento gerado pela atividade portuária.

Não foi observado diferença significativa para a mesogléia. A mesogléia é uma estrutura que está relacionada com a sustentação e resistência do pólipo, e algumas espécies de zoantídeos incorporam sedimentos em sua mesogléia para maior resistência e sustentação (REIMER *et al.*, 2010). Esse resultado pode indicar que os pólipos do recife visitado são maiores, não para resistir ao pisoteio, mas sim para escapar do assoreamento. Santos *et al.*, (2015) relatam em seu estudo que a alta cobertura de *Z. sociatus* no nordeste

do Brasil parece ser um indicador de baixa influência do pisoteio direto sobre a espécie. Entretanto, a espécie sofre ação indireta do pisoteio, visto que encontramos diferença morfológica entre os recifes. O aumento do comprimento do mesentério para os pólipos do recife visitado pode ser explicado devido ao aumento da altura e volume, visto que em nossos resultados de correlação foi encontrada correlação positiva entre as estruturas.

A análise para diferença entre as estruturas quanto à sazonalidade mostrou diferença significativa para o volume dos pólipos ($p=0,0009199$) e diâmetro médio do pólipo ($p=0,01001$). Os pólipos apresentaram maiores medianas durante a estação seca (Tabela 2.2; Figura 2.6). Os pólipos foram coletados no recife não visitado na localidade do mediolitoral durante o período de alta estação, mesmo não recebendo visitas sobre o recife as bordas dos recifes são utilizadas para realização de mergulho e há frequente movimentação de jangadas. Essas atividades faz com que aconteça a resuspensão do sedimento (HANNAK *et al.*, 2011), ocasionando respostas adaptativas dos pólipos com o aumento do volume. Pólipos com maiores volumes refletem uma estratégia utilizada para evitar consequências da sedimentação nas colônias (TOOD *et al.*, 2001; COSTA *et al.*, 2011). O aumento do volume dos pólipos no recife pisoteado e no recife não pisoteado durante a estação seca indica que a sedimentação é um fator que influencia as variações morfológicas em populações de *Z. sociatus* nos dois recifes de Porto de Galinhas.

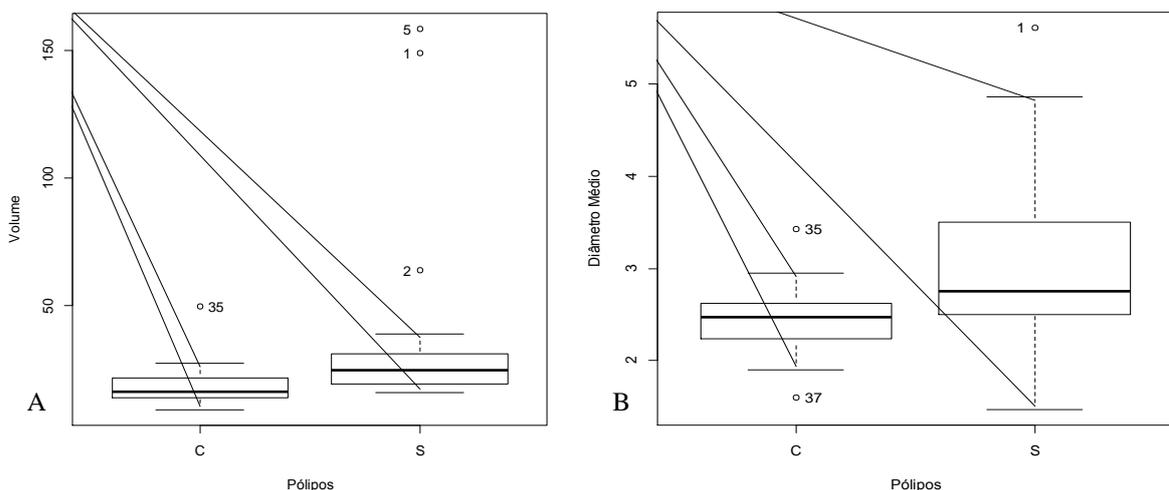


Figura 2.6. Comparações das medianas do (A) volume e (B) diâmetro médio pólipos de *Z. sociatus* do mediolitoral do recife não visitado durante o período seco (S) e chuvoso (C) da Praia de Porto de Galinhas.

Uma outra hipótese para os valores maiores do volume e do diâmetro médio do pólipo no período seco seria o aumento das chuvas durante o período chuvoso, ocasionando contato direto com a água doce durante a maré baixa e também o aumento da água doce vindo dos rios para o mar. As colônias durante o período chuvoso teriam menor volume devido ao estresse hídrico ocasionado pelo aumento da água doce no local. Um estudo no Havaí questionou sobre o efeito da mudança de salinidade sobre os zoantídeos, acreditava-se que *Palythoa vestitus*, representante do gênero no Pacífico, seja sensível as quedas de salinidade associado a períodos de chuvas (COOKE, 1976). Contudo os resultado encontrados por Cook (1976) sugerem uma melhor tolerância de *Zoanthus pacificus* a estas condições. Diferentemente a espécie *Z. sociatus* é uma espécie que não tolera situações de exposições a baixa salinidade (SOARES *et al.*, 2011) o que pode explicar sua ausência em zonas estuarinas (BARRADAS *et al.*, 2010).

A comparação referente a localidade apresentou diferença significativa apenas para a epiderme, sendo mais espessa nos pólipos localizados no mediolitoral ($p= 0,0443$) (Tabela 2.2; Figura 2.7). Os pólipos foram coletados no mediolitoral, são de colônias expostas ao ar durante a maré baixa, sofrendo a ação da dessecação. A zona entre-marés é um lugar onde os organismos necessitam desenvolver adaptações fisiológicas, morfológicas e comportamentais para sobreviver (GOMES; BELÉM; SCHLENZ, 1998).

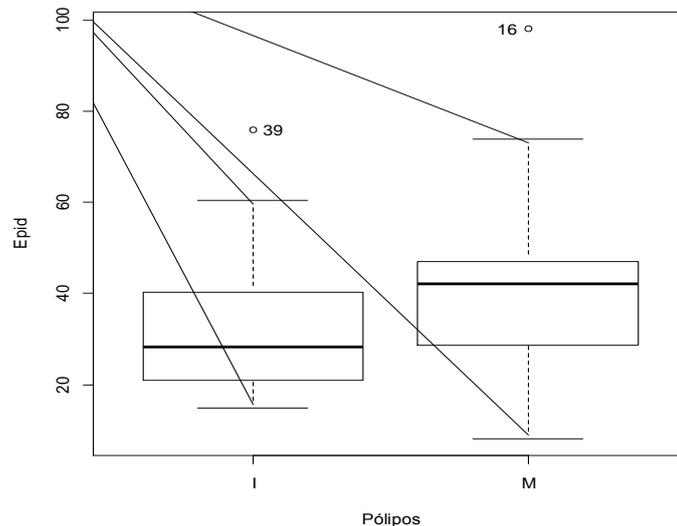


Figura 2.7. Comparação das medianas das espessura da epiderme de *Zoanthus sociatus* no mediolitoral (M) e infralitoral (I) do recife não visitado de Porto de Galinhas.

A distribuição dos organismos ao longo do recife é limitado por fatores biológicos como a predação e competição e por fatores abióticos como temperatura, radiação solar e a dessecação (RABELO *et al.*, 2015). Diferentes estratégias são utilizadas pelos organismos que vivem na zona entre-marés para sobreviver a longo períodos de emersão. Alguns cnidários apresentam estratégias para proteção contra a dessecação. Espécies de anemona-do-mar apresentam verrugas em sua coluna que agrega pedaços de conchas, sedimentos e algas calcáreas formando uma camada protetora contra a dessecação (GOMES; BELÉM; SCHLENZ, 1998). O zoantídeo *P. caribaeorum* durante a maré baixa produz um muco que protege a colônia contra a dessecação (SOARES *et al.*, 2006). A espécie *Z. sociatus* não apresenta estratégia fisiológica para enfrentar a dessecação, mas nosso trabalho apresentou uma variação morfológica em nível microanatômico que pode influenciar a espécie no sucesso adaptativo em áreas de dessecação. O aumento da espessura da epiderme juntamente com sua distribuição no recife próximo ao substrato, e muitas vezes, associados com macroalgas possibilita a espécie uma melhor retenção da umidade promovendo a adaptação em áreas com exposição à dessecação. Resultado que corrobora com Rabelo *et al.*, (2015) que verificou em seu trabalho que a espécie *Z. sociatus* é considerada resistente a dessecação.

Os pólipos localizados no infralitoral apresentaram tamanhos similares com os pólipos do mediolitoral. Colônias que vivem no mediolitoral estão expostas a dessecação e a não alimentação durante o período da maré baixa, precisando alocar energia para enfrentar essas condições. Situação que os pólipos do infralitoral não passam, pois estão submersos em água todo o tempo. O que pode explicar o tamanho similar dos pólipos nas duas localidades é que os pólipos do infralitoral estão expostos a predação durante todo o tempo e necessitam alocar energia para se defender dos predadores. Espécies de peixes são reconhecidas como predadoras de zoantídeos (FRANCINI-FILHO; MOURA, 2010; LONGO *et al.*, 2012).

A plasticidade fenotípica é a capacidade de um genótipo de produzir diferentes fenótipos através de mudança na sua fisiologia, história de vida ou morfologia em respostas a diferentes condições ambientais (GARLAND; KELLY, 2006). A plasticidade morfológica é um processo comum em cnidários e os zoantídeos apresentam alta plasticidade morfológica (REIMER *et al.*, 2004; REIMER *et al.*, 2006; ONG; REIMER; TODD, 2013). Respostas plásticas em animais sésseis são estratégias utilizadas que podem ajudar no processo de adaptação das espécies em ambientes heterogêneos ou a condições imprevisíveis (TOOD *et al.*, 2008). Os resultados mostram uma alta plasticidade morfológica dos pólipos de *Z.*

sociatus na praia de Porto de Galinhas devido a grande variabilidade dos dados (Tabela 2.2).

No presente estudo foi visto que essa variabilidade ocorre em diferentes condições, estando relacionadas a condições naturais (localidade e sazonalidade) e a impactos antrópicos relacionado ao turismo. Variações morfológicas frequentemente estão relacionadas com condições como a profundidade (AMARAL, 1994), sedimentação (TOOD et al., 2008), luminosidade (CARAS; BACHAR; PASTERNAK, 2008; ONG; REIMER; TODD, 2013) e temperatura (AMARAL; RAMOS, 2007), pouco se conhece respostas de variação frente a impactos antrópicos em zoantídeos. Nosso estudo mostrou que a espécie *Z. sociatus* é capaz de se aclimatar em recifes que recebe influência de condições naturais e do turismo durante todo o ano. Populações sujeitas a ambientes com grande variação das condições do meio, se tornam adaptadas a suportar a variação e são mais estáveis (LEÃO; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008). Esta capacidade plástica da espécie *Z. sociatus* permite uma elevada cobertura da espécie nos recifes brasileiros.

2.4 CONCLUSÕES

As medidas da morfologia externa (altura, volume e diâmetro médio do pólipo) apresentaram correlação positiva com estrutura da anatomia interna do pólipo (mesentério diretivo e diâmetro médio da faringe). As comparações realizadas mostram uma plasticidade morfológica do pólipo em diferentes situações, em condições naturais (sazonalidade e localidade) e também em condições antrópicas. As variações morfológicas encontradas em nosso trabalho podem ser consideradas como uma estratégia que favorece o processo de aclimação da espécie, refletindo em sua alta distribuição em recifes nordestinos do Brasil. Esses resultados são bastantes promissores para compreender o processo de variação morfológica, além de poder ser utilizado como ferramenta em trabalhos taxonômicos, em um grupo com alta plasticidade morfológica, como os zoantídeos. Entretanto, faz necessários novos trabalhos para melhor compreender esse processo de variação morfológica em zoantídeos.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, F. D. Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767) in Brazil. **Coral Reefs**, v.13(2), p. 113-117, 1994.

AMARAL, F. M. D.; RAMOS, C. A. C. Skeletal variability of the coral *Favia grávida* (Verrill, 1868) from Brazil. **Biota Neotropical**, v. 7, n. 3, p. 1-7, 2007.

BARRADAS, J.I, et al. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified hydroids. **Rev Biotemas**, v. 23:2, 2010.

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

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

CARAS, T.; BACHAR, A.; PASTERNAK, Z. Morphological variation in the oral disc of the scleractinian coral *Favia speciosa* (Dana) at Indonesia. **Computational Biology and Chemistry**, v. 32, Issue 5, p. 345-348, 2008.

CHAVES, N. S. Beach-rocks do litoral pernambucano, estudo sedimentológico e análise de isótopos estáveis. **Master Science**, v.1, p. 86, 1996.

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

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

COUTINHO, R. Bentos de Costões Rochosos. In: Pereira, R.C.; Soares-Gomes, A. (eds.). **Biologia Marinha, Interciência**, p. 147-157, 2002.

CRUZ, I.C.S et al. Evidence of a phase shift to *Epizoanthus gabrieli* Carlgreen, 1951 (Order Zoanthidea) and loss of coral cover on reefs in the Southwest Atlantic. **Marine Ecology**, doi: 10.1111/maec.12141, 2014.

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

FRANCINI-FILHO, R.B; MOURA, R.L. Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos bank, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58(1), p. 77-79, 2010.

GIGLIO, J.V; OSMAR, J.L; SCHIAVETTI, A. Marine life preferences and perceptions among recreational divers in Brazilian coral reefs. **Tourism Management**, v. 51, p. 49-57, 2015.

GOMES, P. B., BELÉM, M. J. & SCHLENZ, E. Distribution, abundance and adaptations of three species of Actiniidae (Cnidaria, Actiniaria) on an intertidal beach rock in Carneiros beach, Pernambuco, Brazil. Misc. **Zool.**, v. 21.2, p.65-72, 1998.

GRAUS, R. R; MACINTYRE, I. G. Variation in the growth forms of the reef coral *Montastrea annularis* (Ellis and Solander): a quantitative examination of growth response to light distribution using computer simulation. Smithson. **Marine Science**, v. 12, p.441–464, 1982.

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

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

LABOREL, J. L. Madreporaires et hydrocoralliaires recifaux des côtes bresiliennes. Systematique, ecologie, repartition verticale et geographie. Paris. **Ann. Inst. Oceanogr**, v. 47, p. 171-229, 1969.

LEÃO, Z.M.N; KIKUCHI, R.K.P; OLIVEIRA, M.D.D. Coral bleaching in Bahia reefs and its relation with sea surface temperature anomalies. **Biota Neotrop.**, v. 8(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn0080803>, 2008.

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

LONGO, L. L. **Caracterização de Zoanthus Lamarck, 1801(Anthozoa: zoanthidea: zoanthidae) da costa brasileira: Análise morfológica e Molecular**. 2002. 100f. Tese: (Doutorado em zoologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LONGO, G. O. et al. First record of predation on reproductive *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa: Sphenopidae): insights on the tradeoff between chemical defences and nutritional value. **Marine Biodiversity Records**, v. 5, p. 1-3, 2012.

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

MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. CORAL REEFS OF BRAZIL: AN OVERVIEW. **8º International Coral reefs Symposium**, v.1, p. 263-74,1997.

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

MINCHINTON, T. E; FELS, K. J. Sediment disturbance associated with trampling by humans alters species assemblages on a rocky intertidal seashore. **Marine Ecology**, v. 472, p. 129-140, 2013.

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

RABELO, E. F et al. Distribution pattern of zoanthids (Cnidaria: Zoantharia) on a tropical reef, **Marine Biology Research**, DOI: 10.1080/17451000.2014.962542, 2015.

REIMER, J D et al. "Re onsidering *Zoanthus* spp. diversity: molecular evidence of conspecificity within four previously resu ed s e ies ". **Zoological Science**, v. 21, n. 5, p. 517–525, 2004.

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

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

REIMER, J. D. et al. Morphological and molecular revision of *Zoanthus* (Anthozoa: Hexacorallia) from southwestern Japan with description of two new species. **Zoological Science**, v. 23, p. 261 – 275, 2006a.

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

SANTOS, G.S. et al. The impact of trampling on reef Macrobenthos in Northeastern Brazil: How Effective are current Conservation Strategies. **Environmental Management**, DOI 10.1007/s00267-015-0552-7, 2015.

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

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

SILVA, J. F. et al. Grow of the tropical zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) on reefs northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87 (2), p. 985-996, 2015.

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

SOARES, M.O; SOUZA, L.P. Effects os salinity on *Zoanthus sociatus* (cnidária: anthozoa): is low salinity a limiting factor ?. **Biociência**, unitau, v. 17, n. 1, p. 33-39, 2011.

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

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

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todos os desafios encontrados durante essa jornada, sem dúvida a perseverança foi o que me permitiu concluir este trabalho. Tivemos dificuldades no processamento histológico, mas com novas coletas conseguimos resolver esse problema. Outro problema encontrado foi a greve dos servidores federais, que atrasou o corte dos blocos de parafina, mas conseguimos um outro laboratório para realizar os cortes. Sem dúvida o maior desafio desse trabalho foi ser mãe e pesquisadora ao mesmo tempo, mas com força de vontade e ajuda conseguir alcançar o objetivo final.

Os zoantídeos são um grupo fascinante, estudar sua variação morfológica é poder compreender como estes organismos respondem a mudança no meio onde vivem. Estudos como esses são fundamentais para abranger o conhecimento sobre a biologia e ecologia dos zoantídeos.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, R. H. A. **Diversidade do gênero *Zoanthus* Couvier, 1800 (Cnidaria: Anthozoa, Zoantharia) em praias de Pernambuco e Alagoas, Brasil.** 2015, Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

AMARAL, F. D. ***Agaricia agaricites* (Linné) humilis, Verril, 1901, *Favia gravida* (Verril, 1868) e *Montastrea cavernosa* (Linné, 1766) do litoral Sul de Pernambuco (região de Tamandaré).** 1996, Monografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

AMARAL, F. M. D. et al. Checklist and morphometry of benthic cnidarians from the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 50, p. 277-290, 2009.

AMARAL, F. D. Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767) in Brazil. **Coral Reefs**, v.13, n. 2, p. 113-117, 1994.

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

AMARAL, F. M. D.; RAMOS, C. A. C. Skeletal variability of the coral *Favia grávida* (Verril, 1868) from Brazil. **Biota Neotropical**, v. 7, n. 3, p. 1-7, 2007.

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

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

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

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

BURNETT, W. J. **Population structure and species delimitation of Zoanthidea**. PhD Thesis, University of Wales, 1995b.

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

CARAS, T. BACHAR, A.; PASTERNAK, Z. Morphological variation in the oral disc of the scleractinian coral *Favia speciosa* (Dana) at Indonesia. **Computational Biology and Chemistry**, v. 32, Issue 5, p. 345-348, 2008.

CESAR, H.; BURKE, L.; PET-SOEDE, L. **The economics of worldwide coral reef degradation**. In: Cesar Environmental Economics Consulting and WWF-Netherlands, Arnhem and Zeist, The Netherlands. 2003. Disponível em: <<http://pdf.wri.org/cesardegradationreport100203.pdf>>. Acesso em 5 de julho de 2014.

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

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

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

COUTINHO, R. Bentos de Costões Rochosos. In: Pereira, R.C.; Soares-Gomes, A. (eds.). **Biologia Marinha, Interciência**, p. 147-157, 2002.

DALY, M. A systematic revision of Edwardsiidae (Cnidaria, Anthozoa). **Invertebrate Biology**, 121(3), v. 2, p. 12-22.5, 2002.

DALY, M. et al. The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. **Zootaxa**, v. 1668, p. 127–182, 2007.

DENOVARO, R; FRASCHETTI, S. Meiofaunal vertical zonation on hard-bottoms: comparison with soft-bottom meiofauna. **Marine Ecology Progress Series**, v. 230, p.159-169, 2002.

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

FAUTIN , D. G; MARISCAL, R.N. Cnidaria: Anthozoa In: Microscopic anatomy of invertebrates, New York: liss, inc, v.2, capter 6, p. 267-358,1991.

FOSTER, A. B. Phenotypic plasticity in the reef corals *Montastrea annularis* (Ehlers and Solander) and *Siderastrea siderea* (Ellis and Solander). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 39, p. 25-54, 1979.

FRANCINI-FILHO, R.B; MOURA, R.L. Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos bank, eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58(1), p. 77-79, 2010.

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. Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2004.

GRAUS, R. R; MACINTYRE, I. G. Variation in the growth forms of the reef coral *Montastrea annularis* (Ellis and Solander): a quantitative examination of growth response to light distribution using computer simulation Smithsonian. **Marine Science**, v. 12, p.441–464, 1982.

HERBERTS, C. Contribution à l'étude écologique de quelques zoanthaires tempérés et tropicaux. Marseille. **Marine Biology**, v. 13 (2), p. 127-136, 1972.

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

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

KOEHL, M. A. R. Water flow and the morphology of zoanthid colonies. **Coral Reef Symposium Proceedings**, v. 5.1, p. 437-444, 1977.

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

LEÃO, Z. M. A. N. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **An. Acad. bras. C**, v. 68 (3), p. 339-452, 1996.

LONGO, L. L. **Caracterização de Zoanthus Lamarck, 1801(Anthozoa: zoanthidea: zoanthidae) da costa brasileira: Análise morfológica e Molecular**. 2002, Tese (Doutorado em Zoologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LONGO, L. L.; ARIAS, M. C.; SCHLENZ, E. PCR amplification of the 16S mitochondrial gene of *Zoanthus sociatus* (Zoanthidea, Anthozoa) using heterologous primers. Proc **9th International Coral Reef Symposium** 1, p. 121-123, 2000.

MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. CORAL REEFS OF BRAZIL: AN OVERVIEW. **8º International Coral reefs Symposium**, v.1, p. 263-74, 1997.

MAIDA, M.; PADOVANI, BF. **Recifes de coral brasileiros. In: Oceanografia: um cenário tropical**. Recife:Bargaço, p. 761, 2004.

MARQUES, A. C.; COLLINS, A. G. Cladistic Analysis of Medusozoa and Cnidarian Evolution. **Invertebrate Biology**, v. 123, n.1, p. 23 – 42, 2004.

McFADDEN, C. S.; SÁNCHEZ, J. A.; FRANCE, S. C. Molecular Phylogenetic Insights into the Evolution of Octocorallia: A Review. **Integrative and Comparative Biology**, v. 50 (3), p. 389–410, 2010.

MIGOTTO, A. E. et al. Filo Cnidária. In: **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Volume 3. Invertebrados marinhos**. São Paulo: FAPESP, p.310, 1999.

MILLER, K. Morphological variation in the coral genus *Platygyra*: environmental influences and taxonomic implications. **Marine Ecology Progress Series**, v. 110, p.19-28, 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MMA. 2003. FNMA. RELATÓRIO DE 12 ANOS DE ATUAÇÃO DO FNMA. Disponível: www.mma.gov.br Acesso em 2 de julho de 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, MMA. 2010 **Recifes de coral**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=205&idConteudo=7946&idMenu=7774>. Acesso em 05 de Julho de 2014.

MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reefs ecosystems. **Ecological Economics**, v. 29, p. 215-233, 1999.

MORRIS, C., PEIRANO, A. & NIKE BIANCHI, C. Is the mediterranean coral *Cladocora caespitosa* an indicator of climatic change? **Archo Oceanographic Limnologic**. v. 22, p. 139-144, 2001.

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

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

PIGLIUCCI, M. How organism respond to environmental change: from phenotypes to molecules (and vice versa). **Trend in Ecology and Evolution**, v. 11, p.168 – 173, 1996.

RABELO, E. F. et al. Distribution pattern of zoanthids (Cnidaria: Zoantharia) on a tropical reef, **Marine Biology Research**, DOI: 10.1080/17451000.2014.962542, 2015.

REIMER, J D. et al. “Re onsidering *Zoanthus* spp. diversity: molecular evidence of conspecificity within four previously resu ed s e ies ” **Zoological Science**, v. 21, n. 5, p. 517–525, 2004.

REIMER, J. D. et al. Morphological and molecular revision of *Zoanthus* (Anthozoa: Hexacorallia) from southwestern Japan with description of two new species. **Zoological Science**, v. 23, p. 261 – 275, 2006a.

REIMER, J. et al. High levels of morphological variation despite close genetic relatedness between *Zoanthus* aff. *vietnamensis* and *Zoanthus kuroshio* (Anthozoa: Hexacorallia). **Zoological Science**, v. 23, p. 755 – 761, 2006b.

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

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

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

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

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

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

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

SCHLICHTING, C. D. Phenotypic plasticity in Phlox. II. plasticity of character correlations. **Oecologia**, v. 78, p. 496–501, 1989.

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

SOONG, K.; SHIAU, Y. S.; CHEN, C. P. Morphological and life history divergence of the zoanthid, *Sphenopus marsupialis* off the Taiwanese Coast. **Zoological Studies** v. 38, p. 333 – 343, 1999.

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

SUCHANEK, T. H.; GREEN, D. J. Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix reefs, U.S. Virgin Islands. **Proceedings of the 4th International Coral reef Symposium**, v. 2, p. 679-684, 1981.

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

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

VERON, J. E. N. Corals in Space and Time. **UNSW Press, Sydney**. p. 321. 1995.

VILAÇA.R. **Biologia Marinha**, Rio de Janeiro: Interciência p. 229-248, 2002.