



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Petrolisthes armatus*
(DECAPODA: PORCELLANIDAE) EM RECIFES DE
SABELLARIIDAE NO LITORAL AMAZÔNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado por:

EDMA MAYARA PEREIRA CARDOSO

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Petracco (UFPA)

Coorientador: Dr^a. Daiane Evangelista Aviz da Silva

**BELÉM
2017**



OCEANOGRÁFIA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRÁFIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Petrolisthes armatus*
(DECAPODA: PORCELLANIDAE) EM RECIFES DE
SABELLARIIDAE NO LITORAL AMAZÔNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado por:

EDMA MAYARA PEREIRA CARDOSO

**BELÉM
2017**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Cardoso, Edma Mayara Pereira, 1990-
Estrutura populacional de *Petrolisthes armatus* (Decapoda:
Porcellanidae) em recifes de sabellariidae no litoral amazônico /
Edma Mayara Pereira Cardoso. – 2017.
xiii, 42 f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Marcelo Petracco
Coorientadora: Daiane Evangelista Aviz da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de
Oceanografia, Belém, 2017.

1. Caranguejo – Amazônia. 2. Zoologia - Amazônia. 3.
Poliqueta - Amazônia. 4. Costa - Amazônia. I. Título.

7105
CDD 22. ed.: 595.38709811



OCEANOGRÁFIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE OCEANOGRÁFIA

**ESTRUTURA POPULACIONAL DE
Petrolisthes armatus (DECAPODA: PORCELLANIDAE) EM
RECIFES DE SABELLARIIDAE NO LITORAL
AMAZÔNICO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO POR:

EDMA MAYARA PEREIRA CARDOSO

Como requisito parcial a obtenção do Grau de Bacharel em OCEANOGRÁFIA

Data de Aprovação: 03/10/2016

Conceito: Bom

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Petracco - Orientador
Universidade Federal do Pará – UFPA

Dr.ª. Daiane Evangelista Aviz da Silva - Coorientadora
Instituto de Geociências - UFPA

Prof.ª. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos
Instituto de Ciências Biológicas/UFPA

Prof.ª. Dra. Virág Venekey
Instituto de Ciências Biológicas/UFPA

*À minha amada família,
Ao meu amado avô Cristóvão Cardoso (in memoriam).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, à minha amada família que sempre me apoiou, aos meus pais por todo o amor, incentivo e dedicação, à minha irmã por todo o carinho que sempre dedicou a mim, aos meus avós que me ensinaram a caminhar e me proporcionaram os melhores momentos da minha vida, em especial ao meu avô (*in memoriam*), que hoje é meu anjo e continua me dando forças para seguir em frente.

A minha tia Isa e meu padrinho Carlos Alberto por todo o apoio e dedicação ao longo desses anos de curso. À minha madrinha por sempre me motivar, aos meus primos que amo tanto e à minha família como um todo, por sempre me apoiarem.

A tia Nelcy, tio Eve e Kamila por todo o apoio e carinho. Ao Murilo Gama, por todo o amor, carinho, paciência e estímulo. Aos filhotes Bidu, Aiko e Mica por sempre me receberem com festa e carinho.

A minha co-orientadora Daiane Aviz, por toda a paciência, dedicação, ensinamentos e estímulo. Tive sorte de encontrar não apenas uma orientadora, mas uma amiga que levarei por toda a vida.

Aos meus amigos de laboratório Paulinha, Stéfany, Denys, Álysson, Diego, Simi, Arnaldo, Mayk (Maaayyykkk), Roseanne, Vitor, Yuri, Thuareag e aos demais, por todo o companheirismo e momentos de descontração.

A Paulinha Danin por toda a paciência, disponibilidade e grande ajuda durante o processo de construção deste trabalho. Uma amiga de coração grande que está sempre disposta a ajudar, com um sorriso gigante no rosto.

Aos meus amigos de turma Jhon, Lorena, Carol e Cacau pela amizade e pela ajuda ao longo do curso, vou levar vocês no meu coração sempre!

Aos coordenadores técnicos do laboratório, Prof. Martinelli, Prof. Petracco, e Prof. José Souto, agradeço pela oportunidade de fazer parte do Laboratório de Oceanografia Biológica.

Agradeço ao Instituto de Geociências e a Universidade Federal do Pará pela disponibilização do espaço físico necessário ao aprendizado e à realização de atividades que culminaram com a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso.

”A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis, se você lembrar de acender a luz.”

J. K. Rowling

RESUMO

Aspectos reprodutivos e a estrutura populacional do anomuro *Petrolisthes armatus* foram estudados em recifes de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) em uma praia arenosa da Ilha de Algodão-Maiandeuá, nordeste do Pará. Ao longo de um ano (maio de 2008 a abril de 2009), coletas mensais foram realizadas em uma mancha de recife (900 m²). Em cada mês, 16 fragmentos foram retirados com um amostrador cilíndrico (10 cm de diâmetro e 30 cm de altura) e cada amostra teve seu volume mensurado através de deslocamento em proveta. Os indivíduos foram identificados sexualmente e medidos (largura da carapaça). Para as fêmeas ovígeras, os ovos foram contados e classificados quanto ao desenvolvimento embrionário. Foram analisados 3.536 indivíduos, no qual 1.039 foram machos, 310 fêmeas, 916 fêmeas ovígeras e 1.271 juvenis. Para *P. armatus* foi encontrada razão sexual 1,2:1 machos para fêmeas, com desvio significativo, fato que pode estar relacionado com fatores comportamentais e de migração diferencial entre sexos. Em média machos foram maiores que as fêmeas, encontrados em maior proporção em classes de maior (maduros) e menor (imaturos) tamanho. Fêmeas foram mais frequentes em classes de tamanho intermediário, considerado de organismos adultos (>LC menor fêmea ovígera). Quando comparado com outros habitats intertidais rochosos, recifes apresentaram maior densidade de organismos e proporção de juvenis. A densidade da espécie foi maior em recifes erodidos encontrados no período seco, época de maior temperatura e salinidade. A fecundidade encontrada esteve abaixo da registrada em ambientes subtropicais e temperados, variando de 8 a 449 ovos, com maior ocorrência de fêmeas ovígeras de 5-6 mm de LC. *P. armatus* apresentou reprodução contínua, com picos de reprodução no período seco, em virtude de maior temperatura e salinidade da água, e início do chuvoso, devido a disponibilidade de larvas e espaço para colonização nos recifes, já que no período seco os fragmentos rochosos estão expostos, tornando o ambiente favorável à espécie. Os resultados mostram que os recifes são importantes habitats para *P. armatus*, utilizados durante suas várias fases do ciclo de vida, como áreas de assentamento, crescimento e reprodução.

Palavras-chave: Anomura; Fauna associada; Recifes de Polychaetas; Costa Amazônica

ABSTRACT

The populational structure and reproductive features of the anomuran *Petrolisthes armatus* were studied on a *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) reef at a sandy beach in Algodual-Maiandeuá Island, northeast of Pará. During a year (May 2008 to April 2009) monthly samplings were carried out on a reef zone (900 m²). On each month, 16 fragments were removed with a cylindrical sampler (10 cm diameter and 30 cm height). Samples had their volumes measured and then packed in plastic bags, labeled and fixed with saline formalin 5%. In laboratory, the reef fragments were separated on a sieve (0.3 mm of mesh size) and the organisms counted and separated. Individuals were sexed and measured (carapace width, CW). For ovigerous females, the eggs were counted and classified according to the embryonic development. A total of 3.536 individuals were analyzed: 1.039 males, 310 non-ovigerous females, 916 ovigerous females and 1.271 juveniles. The sex-ratio was 1,2:1 (males:females), with significant deviation, which may be related with behavioral aspects and differential migration between sexes. Most males were larger than females and were more abundant in the larger (mature) and smaller (immature) size classes. Females were more frequent in intermediate size classes, at which they are considered mature organisms (> CW smallest ovigerous female). When compared to other rocky intertidal habitats, reefs have higher density of organisms and proportion of juveniles. Density was higher in eroded reefs, which were found in the dry season, periods of high temperature and salinity. The estimated fecundity was inferior to that recorded in subtropical and temperate environments, ranging from 8 to 449 eggs, with higher occurrence of ovigerous females in the size class (CW) 5-6 mm. *P. armatus* presented continuous reproduction with reproduction peaks in the dry period, because of higher temperature and salinity of the water, and the beginning of rainy period, due to the availability of larvae and space for reef's colonization. The results show that reef environments are important habitats for *P. armatus*, used during different stages of its life cycle as settlement areas, and for growth and reproduction.

Keywords: Anomura, Associated fauna, Polychaeta, Reef, Amazon Coast

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

- Figura 1 - Localização da área de estudo, Praia da Caixa D'água, Ilha de Algodual-Maiandeu/PA..... 6
- Figura 2 - Esquema do procedimento de coleta na área de estudo, Praia da Caixa D'Água, Ilha de Algodual-Maiandeu/PA..... 7
- Figura 3 - Classificação para os estados de conservação dos recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeu-PA: (A) preservado; (B) erodido; (C) muito erodido; (D) em recuperação..... 9
- Figura 4 - Foto de exemplar (largura total da carapaça) de *P. armatus*..... 10
- Figura 5 - Temperatura do ar (média) e precipitação pluviométrica (total) durante o período de coleta (maio de 2008 a abril de 2009)..... 12
- Figura 6 - Material em suspensão e salinidade durante o período de coleta (maio de 2008 a abril de 2009)..... 12
- Figura 7 - Velocidade do vento e altura das ondas durante o período de coleta (maio de 2008 a abril de 2009)..... 13
- Figura 8 - Frequência de indivíduos em classes de tamanho da largura da carapaça (mm) de *P. armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeu-PA, no período de maio de 2008 a abril de 2009 15
- Figura 9- (A) Proporção de machos e fêmeas de *Petrolisthes armatus* entre maio de 2008 e abril de 2009. (B) Proporção sexual por classe de comprimento (mm). Os asteriscos indicam desvio significativo da razão sexual de 1:1. 16
- Figura 10 - Densidades de *Petrolisthes armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeu-PA no período de maio de

	2008 a abril de 2009. (A) Indivíduos agrupados; (B) juvenis (sexo não determinado) As letras representam as diferenças discriminadas pelo teste tukey.....	18
Figura 11 -	Percentual de fêmeas ovíferas e não ovíferas de <i>Petrolisthes armatus</i> coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.....	19
Figura 12 -	Distribuição dos ovos de <i>Petrolisthes armatus</i> nos diferentes estágios de maturação, coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.	21
Figura 13 -	Análise de regressão entre a abundância de <i>Petrolisthes armatus</i> e a altura (A) e volume (B) das amostras de recife de Sabellariidae da Ilha de Algodual/Maiandeuá-PA.....	21

TABELAS

Tabela 1 -	Diferentes condições de conservação dos recifes de <i>Sabellaria wilsoni</i> na Ilha de Algodal/Maiandeua-PA: (A) preservado, (B) erodido; (C) muito erodido; (D) em recuperação.....	12
Tabela 2-	Resumo da estrutura populacional de <i>Petrolisthes armatus</i> em recife de Sabellariidae na Ilha de Algodal/Maiandeua-PA.....	13
Tabela 3 -	Razão sexual entre machos e fêmeas de <i>P. armatus</i> coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodal/Maiandeua-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009 e análise de χ^2	16
Tabela 4 -	Fecundidade de <i>Petrolisthes armatus</i> coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodal/Maiandeua-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.....	19
Tabela 5 -	Coeficiente de correlação de Spearman (R) entre a densidade total e de juvenis, fêmeas ovíferas, total de ovos e os fatores abióticos de <i>Petrolisthes armatus</i> coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodal/Maiandeua-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.	21
Tabela 6 -	Estrutura populacional de <i>Petrolisthes armatus</i> para variados ambientes intermareais.....	27

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
TABELAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	5
3.1. ÁREA DE ESTUDO	5
3.2. PROCEDIMENTOS EM CAMPO	6
3.3. CONDIÇÕES DOS RECIFES	8
3.4. PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO	9
3.5. ANÁLISE DE DADOS	10
4. RESULTADOS	12
4.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS	12
4.2. ESTRUTURA POPULACIONAL DE <i>PETROLISTHES ARMATUS</i>	14
4.2.1. Estrutura populacional	14
4.2.2. Razão sexual	16
4.2.3. Densidade populacional	17
4.2.4. Reprodução	19
4.2.5. Relação entre as variáveis biológicas e ambientais	21
5. DISCUSSÃO	23
5.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS E CONDIÇÕES DO RECIFE	23
5.2. ESTRUTURA ETÁRIA	24
5.3. RAZÃO SEXUAL	25
5.4. DENSIDADES	26
5.5. PERÍODO REPRODUTIVO E RECRUTAMENTO	29
5.6. FECUNDIDADE E ESTÁGIOS DOS OVOS	30
5.7. RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DO RECIFE E DA POPULAÇÃO DE <i>PETROLISTHES ARMATUS</i>	31

6. CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

A zona do entremarés é a denominação dada ao ambiente compreendido entre os níveis de alta e baixa da maré sizígia, que, portanto, fica emersa e submersa durante as oscilações da maré (Soares-Gomes; Pitombo; Paiva, 2009). O entremarés é um importante ambiente de transição entre os meios terrestre e marinho, colonizado por espécies adaptadas à variabilidade ambiental imposta pelos ciclos de marés (Bertness, 1999; McNeill, 2010).

Os organismos bentônicos encontrados nesses ambientes contribuem de forma significativa como biomassa animal e na reciclagem de nutrientes de fundos marinhos (Thrush, 1986). A distribuição e a diversidade destes organismos nestas áreas são determinadas por fatores físicos, destacando-se a ação das ondas, temperatura, tipo e tamanho das partículas de sedimento e a declividade da praia (Mclachlan, 1983; Gore *et al.*, 1978; Jensene Armstrong, 1991; Stillman, 1998), além de fatores biológicos como competição, predação, eventos reprodutivos e efeitos de bioconstruções (Wolcott, 1973; Underwood, 2000; Schil, 2004; Gutiérrez e Jones, 2006).

Áreas de fragmentos rochosos no entremarés são comuns e presentes no mundo inteiro (Kuklinski e Barnes, 2008). Esses fragmentos são ambientes heterogêneos que suportam uma grande variedade de formas bentônicas (Motta *et al.*, 2003; Le Hire Hily, 2005; Cruz-Motta *et al.*, 2010). Os fragmentos rochosos são especialmente importantes para organismos epibentônicos, muitos dos quais formam colônias ou agregações, que servem por sua vez, como microhabitat para outros diversos invertebrados bentônicos (Cruz-Motta *et al.*, 2010; Sepúlveda; Moreno; Carrasco, 2003).

Um importante grupo de organismos, que coloniza fragmentos rochosos no intermaré, são os polychaetas Sabellariidae. Alguns sabelarídeos têm a habilidade de formar extensas construções arenosas frequentemente chamadas de "recifes" em áreas de médiolitoral de praias esublitoral raso (Beesley; Ross; Glasby, 2000). Os Sabellariidae utilizam partículas de areia e um muco protéico para construir seus tubos e um recife é resultado da agregação de milhares a milhões de organismos que vivem individualmente em seus tubos (Gore *et al.* 1978). Estes bioconstrutores fornecem um habitat para diversos invertebrados bentônicos (Bianchi, 2001; Feito, 1995; Gruet 1982), que encontram ali proteção e alimento (Sepúlveda; Moreno; Carrasco, 2003).

Recifes de Sabellariidae constituem base primária para comunidades marinhas elaboradas e complexas, que incluem algas, invertebrados e vertebrados (Gore *et al.*

1978; Gruet 1982). A fauna associada aos recifes é composta por organismos sésseis, como esponjas, briozoários e antozoários, e uma ampla variedade de organismos vageis, como gastrópodes, poliquetos e crustáceos (Wilson, 1971). Os recifes de sabelarídeos são frequentemente citados como ambientes de alta diversidade de espécies, em geral mais ricos e produtivos que os substratos inconsolidados adjacentes (Gherardi e Cassidy, 1994, Hiscock, 2004) ou os fundos duros rochosos sem recifes (George e Warwick, 1985), o que têm justificado ações para seu monitoramento e conservação (Hendrick e Foster-Smith, 2006, Egerton, 2014).

No entremarés é comum encontrar espécies de porcelanídeos (Porcellanidae Haworth, 1825) vivendo em densas agregações sob as rochas, além de habitats biogênicos, como algas, corais, esponjas e recifes (López-Victoria *et al.*, 2004; Bezerra Coelho, 2006; Hernandez, 1999). Os caranguejos porcelanídeos são um componente conspicuo na carcinofauna associada a recifes de várias espécies de Sabellariidae, sejam os encontrados em ambientes temperados (Gore *et al.* 1978; Schlund *et al.* 2016), quanto os tropicais (Pinheiro *et al.*, 1997; Micheletti-Flores e Negreiros-Fransozo, 1999).

Petrolisthes armatus (Gibbes, 1950) é um porcelanídeo de extensa distribuição geográfica, abrangendo regiões tropicais da África Ocidental, Pacífico Oriental, Atlântico Ocidental e Oriental (Melo, 1999). Exibe uma ampla gama de adaptações e estratégias para se reproduzir e sobreviver com sucesso em uma variedade de diferentes habitats. (Martin e Davis 2001). No Brasil *P. armatus* é uma espécie muito abundante e dominante em comunidade bentônica de costões rochosos (Oliveira *et al.*, 1995; Masunari *et al.*, 1998; Miranda e Mantelatto, 2009; Rodrigues, 2009). A espécie já foi registrada habitando recifes de *Phragmatopoma caudatum* litoral do Paraná (Bosa e Masunari, 2002).

No Brasil existem alguns trabalhos sobre a abundância e dinâmica populacional de *P. armatus* (e.g., Oliveira e Masunari, 1995; Miranda e Mantelatto, 2009) e em outras regiões do Atlântico Ocidental (e.g., Diaz-Ferguson e Vargas-Zamora, 2001; Hollebone e Hay, 2007), além de investigações sobre interações bióticas (Hollebone e Hay, 2007; 2008).

Na zona costeira amazônica paraense *P. armatus* é abundante em áreas de fragmentos rochosos (Silva, 2011). Estudos sobre a espécie na região foram realizados com fases larvais (Carvalho, 2003; Lima *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2013) e Morais (2011) e Silva (2011), com trabalhos ainda não publicados, investigaram a estrutura populacional em áreas rochosas do Estuário de Marapanim.

Na Ilha de Algodal-Maiandeuá, o sabelarídeo *Sabellaria wilsoni* constrói extensos recifes sobre fragmentos rochosos do médio litoral de praias arenosas, que são habitats para uma rica comunidade bentônica associada (Ataíde *et al.*, 2014; Silva, 2015). Nesses recifes *P. armatus* é um componente frequente e abundante (Silva, 2015). Na região amazônica, a ecologia dos recifes de sabelarídeos e sua fauna associada ainda são pouco conhecidas, sendo essenciais estudos populacionais para entender o papel dessas construções na história de vida das espécies. *P. armatus* (Gibbes, 1850) representa um candidato ideal para estudar a evolução de espécies às adaptações ambientais, pois sua conhecida distribuição cobre ampla gama de habitats, tanto no Atlântico como no Pacífico (Melo, 1999; Stillman e Reeb, 2001).

O presente estudo aborda aspectos da biologia reprodutiva e estrutura populacional de *P. armatus* em recifes de *S. Wilsoni* em uma praia da Ilha de Algodal-Maiandeuá, avaliando a influência das variações ambientais locais na estrutura dos recifes, assim como na biologia da espécie.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Descrever aspectos da biologia reprodutiva e estrutura populacional de *P. armatus* em recifes de *S. wilsoni* na praia da Caixa D'água (Ilha de Algodal-Maiandeuá-PA), avaliando a influência das variações ambientais e o papel do habitat na história de vida da espécie.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a razão sexual, a fecundidade e o período reprodutivo da população de *P. armatus* associada aos recifes de *Sabellaria wilsoni* na praia da Caixa d'água (Ilha de Algodal-Maiandeuá-PA).
- Descrever a estrutura populacional e as flutuações temporais durante um ano, da densidade da população de *P. armatus* associada aos recifes de *Sabellaria wilsoni* na praia da Caixa d'água (Ilha de Algodal-Maiandeuá-PA).
- Avaliar a influência das variações ambientais (salinidade, temperatura, precipitação, material em suspensão, velocidade dos ventos e altura de onda), assim como das características estruturais dos recifes (estado de conservação), na dinâmica populacional de *P. armatus*;
- Comparar a estrutura populacional (razão sexual, maturidade, fecundidade, estrutura etária, tamanho e período reprodutivo) de *P. armatus* nos recifes de *S. wilsoni* com a observada em outros habitats costeiros.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Ilha de Algodual-Maiandeuá ($00^{\circ} 35' 03''$ a $00^{\circ} 38' 29''$ S e $47^{\circ} 31' 54''$ a $47^{\circ} 34' 57''$ O) (Figura 1), situada no Município de Maracanã, na região nordeste do Estado do Pará. A ilha limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o canal de Mocoóca, a leste com a baía de Maracanã e a oeste com a baía de Marapanim (SEMA, 2012).

A ilha é uma unidade de conservação estadual, sendo designada como Área de Proteção Ambiental de Algodual-Maiandeuá (APA Algodual-Maiandeuá), criada através da Lei Estadual n^o 5.621 de 27 de novembro de 1990, apresentando diferentes ecossistemas como praias, dunas, manguezais, apicuns, restingas e vegetação secundária, sobre baixos terraços do quaternário (Prost, 1994). As praias da ilha são constituídas por areias muito finas quartzosas (Rosa Filho *et al.*, 2011) e nas zonas do médio-litoral inferior, onde há ocorrência de afloramentos rochosos (matacões e fragmentos de arenito lateritizados), existem frequentemente recifes de *S. wilsoni* (Silva, 2015).

A região é dominada por regimes de macromarés semi-diurnas, com amplitudes de 3,5 m (marés de quadratura) a 7 m (marés de sizígia) (Araujo da Silva *et al.*, 2009). O recife estudado está localizado na Praia da Caixa D'água (Figura 1), na porção da ilha voltada para a Baía de Marapanim. A Praia da Caixa d'água possui cerca de 300 m de linha de entremaré (Rosa Filho *et al.*, 2011), com grande influência sedimentar fluvial, advinda do Rio Marapanim (Sousa, 2010).

O clima da região é do tipo tropical úmido, com uma média anual em torno dos 27°C , oscilando entre $26,8$ a 28°C ao longo do ano. A precipitação pluviométrica anual é da ordem de 3.000 mm, com valores médios totais de 1657 mm no período chuvoso (janeiro a junho) e de 487 mm nos meses seguintes (período seco) (Moraes *et al.*, 2005). Na região existe uma forte variação sazonal da salinidade devido à elevada pluviosidade e descarga de água doce no período chuvoso, associado a elevadas cargas de sedimentos finos e nutrientes (Aller & Stupakoff, 1996).

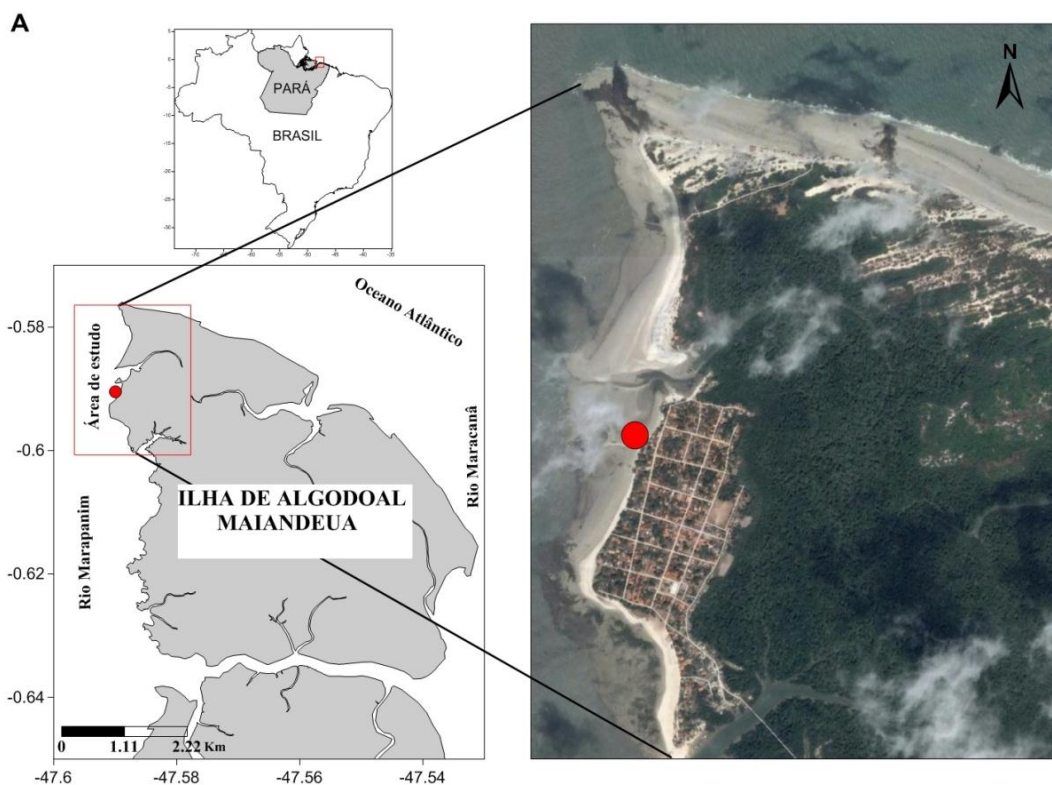


FIGURA 1. Localização da área de estudo, Praia da Caixa D'Água, Ilha de Algodal-Maiandeuá/PA. Fonte: Modificado de Google earth.

3.2. PROCEDIMENTOS EM CAMPO

As coletas foram realizadas mensalmente de maio de 2008 a abril de 2009 em uma mancha contínua de recife ($\approx 900 \text{ m}^2$), localizada na região do médiolitoral inferior da praia da Caixa d'Água. As coletas ocorreram sempre durante as marés de sizígia de lua nova, momento no qual ocorre maior exposição do recife. Foram dispostos no recife dois transectos perpendiculares à linha da praia e delimitadas dois blocos amostrais, um mais próximo da linha d'água (cerca 5 m) e outro mais afastado (cerca 10 m), a fim de garantir a amostragem em toda a área do recife. (Figura 2)

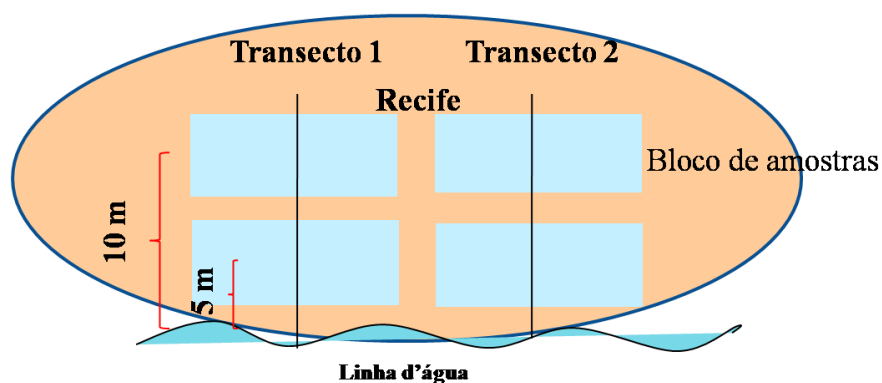


FIGURA 2 –Esquema do procedimento de coleta na área de estudo, Praia da Caixa D'Água, Ilha de Algodual-Maiandeuá/PA.

Utilizando-se um amostrador do tipo cilíndrico (10 cm de diâmetro e 20 cm de altura) foram retiradas de cada bloco quatro amostras de recife, totalizando 16 amostras por mês. Para cada amostra foi determinado o volume, pelo método do deslocamento em proveta de cinco litros, e medida a altura em relação ao substrato rochoso de fixação, com uso de régua graduada. Posteriormente, as amostras foram fixadas em formalina salina a 5% e levadas ao laboratório para triagem.

Mensalmente foram coletadas durante a maré vazante, amostras de água superficial para a determinação da salinidade, através da utilização de um refratômetro portátil. A determinação da concentração do material em suspensão deu-se através de filtros de 47 mm de diâmetro e porosidade de 0.3 mm.

Parâmetros climáticos (temperatura do ar, índices de precipitação pluviométrica e velocidade dos ventos) foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia da estação Salinópolis (cerca de 30 km da área de estudo). Dados físicos sobre altura significativa de ondas (H_s) para área de recife foram obtidos junto ao Laboratório de Oceanografia Física (LOF) da Universidade Federal do Pará. Esses dados foram gerados através de modelagem numérica (modelo de propagação de onda do SisBaHiA® - Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental - COPPE/UFRJ), com uso de dados fundos medidos *in situ* na praia da Caixa d'Água (batimetria, correntes e rugosidade) e dados de constantes harmônicas da maré (FERMAR-Brasil), ventos e pluviosidade (INMET-Brasil) para o Município de Salinópolis, para o período de interesse.

Tendo em vista que os recifes na Ilha de Maiandeuá-Algodual passaram por mudanças estruturais, ligadas a eventos naturais de erosão e reconstrução, como relatados para outras espécies (Gruet, 1986, Porras *et al.*, 1996), a cada mês foi registrado o estado de conservação dos recifes.

3.3. CONDIÇÕES DOS RECIFES

De acordo com Silva, 2015, o recife no início da amostragem era uma plataforma bem desenvolvida, passou por mudanças marcantes na sua morfologia ao longo do ano (Figura 3 A-D), com um claro período de destruição no período seco (agosto a dezembro de 2008) e reconstrução no período chuvoso subsequente (janeiro a abril de 2009). Para fins de comparação, as condições observadas no recife foram agrupadas em quatro estados de conservação (TABELA 1 e FIGURA 3 A-D): i) preservado; ii) erodido; iii) muito erodido com exposição dos afloramentos rochosos e iv) recuperação.

TABELA 1 - Diferentes condições de conservação dos recifes de *Sabellaria wilsoni* na Ilha de Algodão-Maiandeuá-PA: (A) preservado; (B) erodido; (C) muito erodido; (D) em recuperação.

Condição	Características gerais	Meses
Preservado	Recifes fixados no substrato duro que está praticamente sem áreas descobertas; com construções bem preservadas.	Maio a julho /2008
Erodido	Aglomerados desprendidos do substrato e com visível erosão dos tubos;	Agosto a setembro/2008
Muito erodido	Maior parte dos recifes foi completamente destruída; os aglomerados que restaram se encontravam rolados no substrato.	Outubro a dezembro/2008
Recuperação	O substrato encontra-se praticamente recoberto por novos tubos, contudo as formações ainda são pouco desenvolvidas em altura.	Janeiro a abril/2009

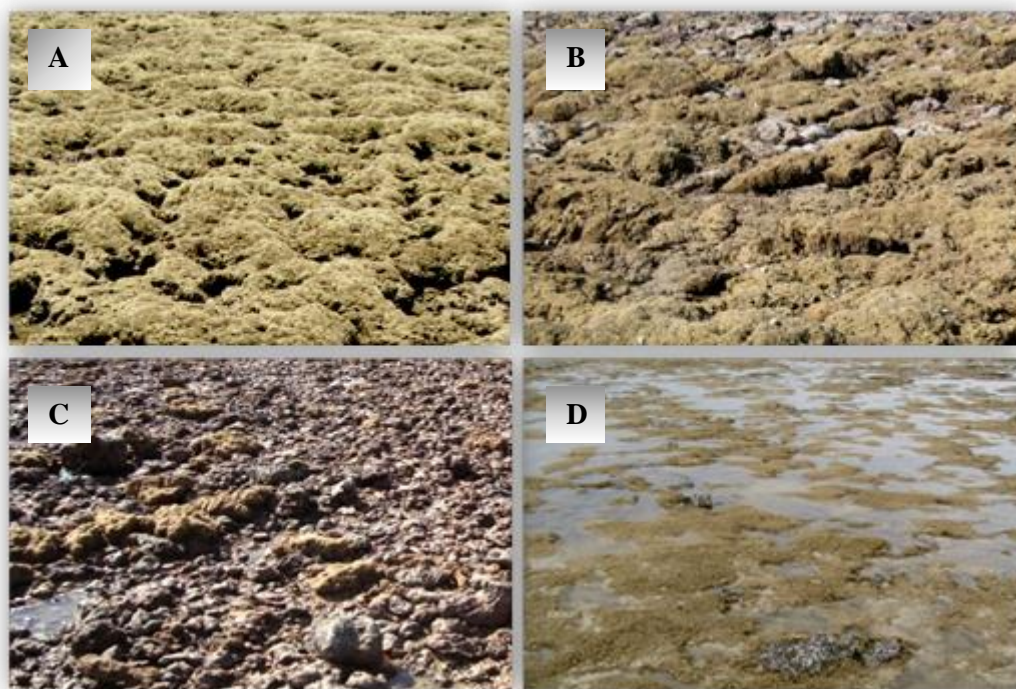


FIGURA 3. Classificação para os estados de conservação dos recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodão-Maiandeuá-PA: (A) preservado; (B) erodido; (C) muito erodido; (D) em recuperação.

Fonte: Silva, 2015.

3.4. PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

Em laboratório os fragmentos de recife foram desintegrados com água corrente sobre peneira de 0,3 mm de abertura e posteriormente triados. Os exemplares de *P. armatus* foram separados e identificados com um microscópio estereoscópico, contados e conservados em álcool etílico a 70%. Para cada indivíduo, foi feita a identificação do sexo, através da análise da presença e posição de pleópodos (Mirandae Mantelatto, 2010) e foram considerados de sexo indeterminado/juvenis indivíduos com pleópodos não desenvolvidos ou não visíveis.

Todos os organismos foram medidos quanto à largura total da carapaça (LC) (Figura 4), com um paquímetro digital de precisão (0,01 mm). Para as fêmeas ovíferas foi determinado o número total de ovos através da retirada da massa ovígera e desagregação dos ovos sob microscópio estereoscópico. Com base no trabalho de Guerrero e Hendrickx (2006), os ovos foram classificados nos seguintes estágios de desenvolvimento embrionário: estágio inicial (I) – ovos com embrião com formato arredondado, vitelo uniforme e sem mancha ocular visível; estágio intermediário (II) –

embrião com formato ovóide, mancha ocular alargada e pouco visível; estágio final (III) – embrião ovóide com olhos visíveis, bem desenvolvidos e pigmentados e abdômen livre.



FIGURA 4. Foto de exemplar (largura total da carapaça) de *P. armatus*.

3.5. ANÁLISE DE DADOS

A análise de estrutura etária foi realizada através do agrupamento em classes de medidas corporal (largura da carapaça). Dado o maior e menor indivíduo coletado, foram estabelecidas as seguintes classes de tamanho: 0-1 mm, 1-2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm, 4-5 mm, 5-6 mm, 7-8 mm e >8 mm.

Foram calculadas para cada amostra a densidade (ind. m⁻²) total de organismos e de juvenis de *P. armatus*. A análise de variância foi usada para as comparações das densidades de organismos (machos, fêmeas e juvenis) entre os meses. Quando detectadas diferenças significativas foi aplicado o teste de Tukey. A ANOVA foi também utilizada para comparar o tamanho corporal (largura da carapaça) entre sexos. Anterior a ANOVA os dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos dados (teste de Kolmogorov-Smirinov) e a homocedasticidade das variâncias (Teste de Shapiro-Wilk). Quando necessário os dados foram transformados, conforme o procedimento proposto por Clarke e Warwick (1994).

Para as comparações de proporção sexual para o período total e por mês, aplicou-se o teste do qui-quadrado (χ^2) para identificar as possíveis desproporções significativas. A fecundidade, definida como o número de ovos produzidos por fêmea, numa ocasião de estação de desova (Hines, 1982), foi calculada para diferentes classes de tamanho: 4-5 mm, 5-6 mm, 6-7 mm, 7-8 mm e 8-9 mm (LC). Foram utilizadas somente fêmeas com ovos em estágio inicial (I) para minimizar os erros relacionados à perda de ovos durante a incubação (Wehrtmann *et al.*, 2011).

Para se avaliar a relação entre o volume e altura das amostras dos recifes com a densidade de *P. armatus*, foram realizadas análises de regressão linear. Para se testar a existência de correlação significativa entre as variáveis utilizou o teste t. Para determinação das variáveis ambientais com maior influência na densidade de organismos e eventos reprodutivos (fêmeas ovígeras, nº de juvenis e número de ovos por fêmea) foi utilizada a análise de correlação de Spearman.

As análises foram realizadas no Excel Microsoft e Statistica 8.0. Para todas as análises foi utilizado $\alpha=0,05$.

4. RESULTADOS

4.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS

Os fatores abióticos analisados, de maneira geral, mostrampadrões sazonais bem definidos. A precipitação pluviométrica apresentou os maiores valores durante o período chuvoso (janeiro a julho), com valores máximos em fevereiro de 2009 e média de 247,5 mm/mês (Figura 5). A precipitação média para o período seco foi de 70,93mm/mês, sendo novembro de 2008 o mês com nenhuma ocorrência de chuvas (0,0 mm/mês). A temperatura seguiu um padrão inverso ao da precipitação, com valores mais elevados durante o período seco (Figura 5). As maiores médias de temperatura foram obtidas em novembro de 2008 (29,6°C) (período seco) e as menores em abril de 2009 (26,3 °C) (período chuvoso).

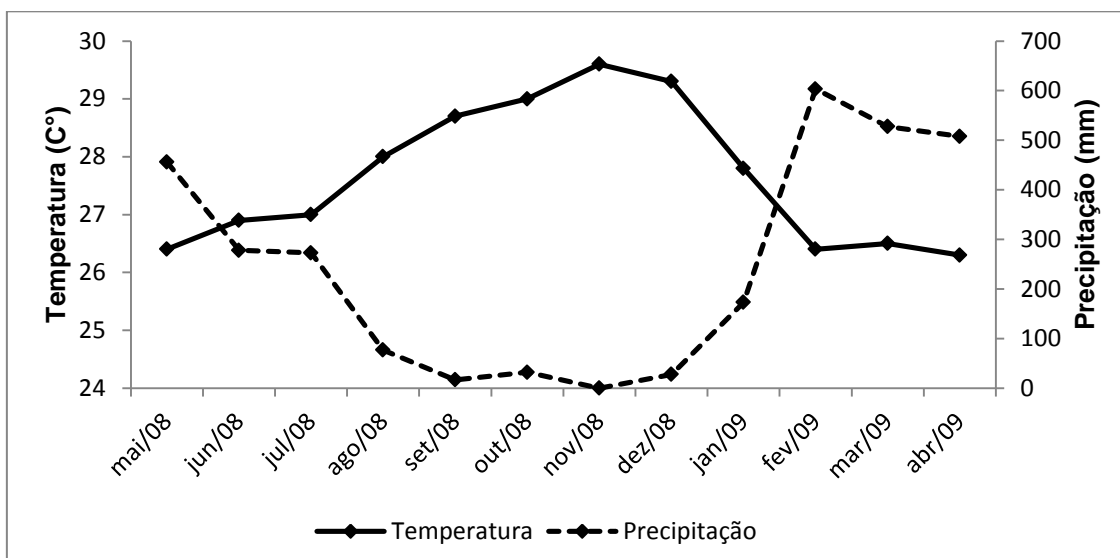


FIGURA 5 - Temperatura do ar (média) e precipitação pluviométrica (total) durante o período de coleta (maio de 2008 a abril de 2009). Fonte: INMET.

A concentração de materiais em suspensão não apresentou um padrão sazonal tão claro, embora os maiores valores tenham sido registrados durante o período seco. Os maiores valores de materiais em suspensão foram registrados em dezembro de 2008 (1695,3 mg/L) e o menor em outubro de 2008 (90,67 mg/L). A salinidade foi maior durante o período seco (Figura 6). O valor máximo de salinidade foi medido em dezembro de 2008 (período seco) e mínimo em abril de 2009 (período chuvoso), com valores de 6 e 34, respectivamente.

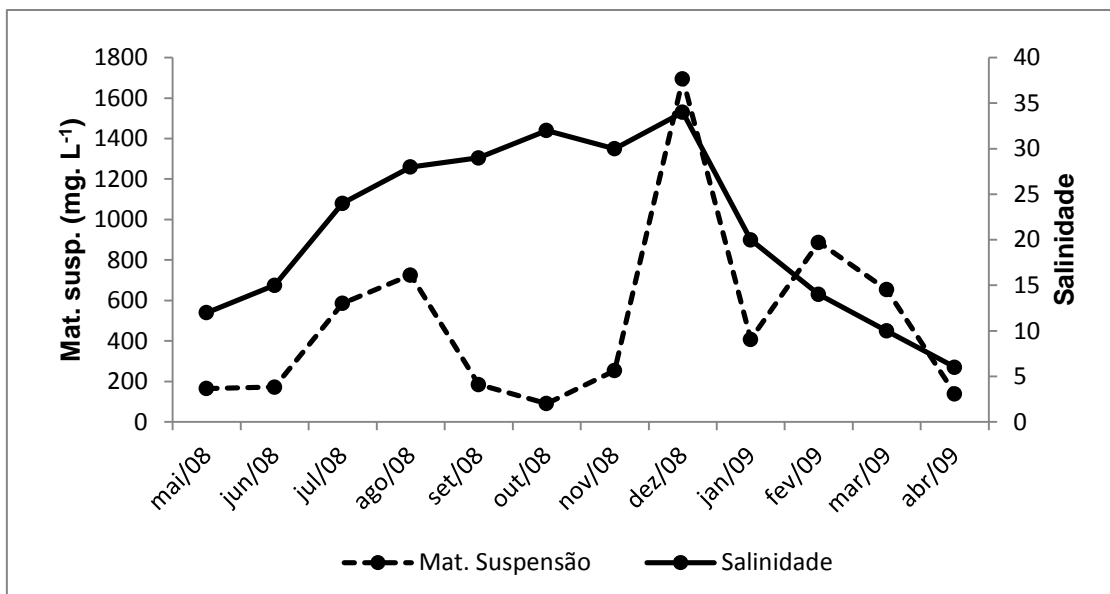


FIGURA 6 – Material em suspensão e salinidade durante o período de coleta (maio de 2008 a abril de 2009). Fonte: Da autora

A máxima intensidade dos ventos foi registrada durante o período seco, com maiores médias em outubro/08 (1,4 m/s) e menores em dois meses do período chuvoso – junho/08 e abril/09 (0,3 m/s). A altura das ondas teve sua mínima registrada entre maio e junho/08 (0,02 m) no período seco e sua máxima (0,09 m) em setembro/08 no período chuvoso (Figura 7).

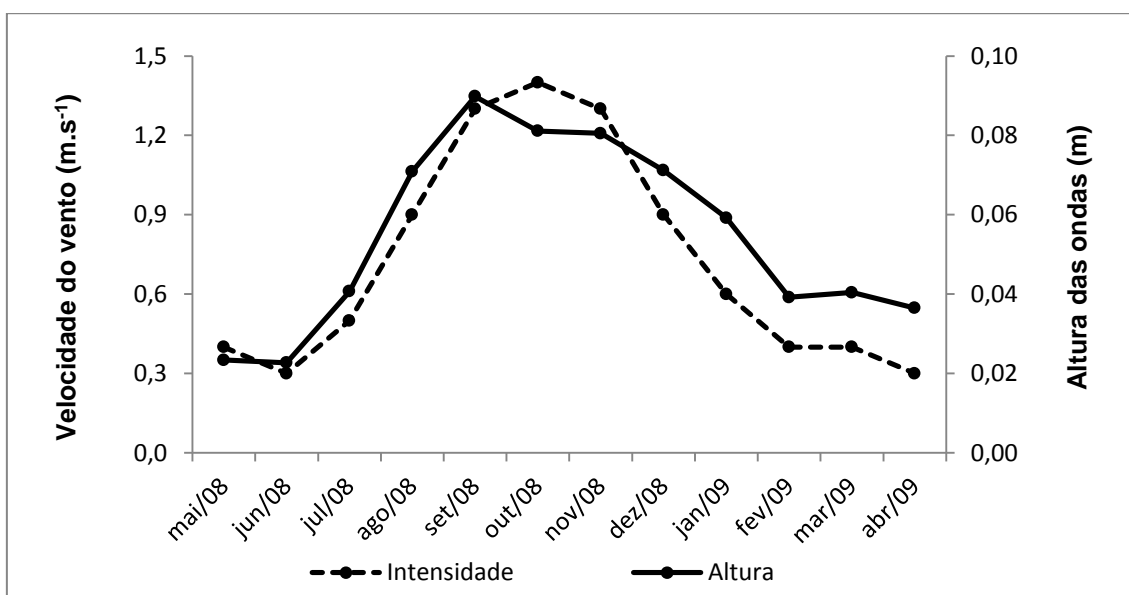


FIGURA 7 - Velocidade do vento e altura das ondas durante o período de coleta (maio de 2008 a abril de 2009). Fonte: IN

4.2. ESTRUTURA POPULACIONAL DE *PETROLISTHES ARMATUS*

4.2.1. Estrutura populacional

Ao longo do período de estudo um total de 3.226 indivíduos de *P. armatus* foram analisados, dos quais 1.039 (32,2%) foram machos, 916 (18,5%) foram fêmeas, entre essas 321 (9,9%) estavam ovíferas, e para 1.271 (39,4%) indivíduos não foi possível determinar o sexo. Os machos alcançaram os maiores tamanhos no recife, resultando em maiores valores de média de largura de carapaça (LC) (TABELA 2). O tamanho dos machos variou de 1,0 a 10,6 mm LC. O tamanho das fêmeas variou de 1,1 a 8,5 mm LC, com a menor ovífera com 3,7mm. Os organismos de sexo indeterminado, variaram de 0,7 a 3,2 mm LC.

TABELA 2–Resumo da estrutura populacional de *Petrolisthes armatus* em recife de Sabellariidae na Ilha de Algodal-Maiandeuá-PA.

Sexo	Largura da carapaça (LC) (mm)			Abundância relativa (%)
	Mínimo	Máximo	Média (\pm DP)	
Fêmeas	1,1	8,5	4,8 \pm 5,23	18,5
Fêmeas ovíferas	3,7	8,3	6,0 \pm 3,25	9,9
Machos	1,0	10,6	5,8 \pm 6,79	32,2
Indeterminados (juvenis)	0,7	3,2	1,95 \pm 1,77	39,4
Total geral	0,7	10,6	6,65 \pm 0,64	

A distribuição de indivíduos de *P. armatus* em classes de tamanho (LC) ao longo do período estudado pode ser observada na Figura 8. De forma geral, indivíduos de classes de maior tamanho foram mais frequentes de maio a junho/2008 (período preservado do recife), dezembro/2008 (erosão máxima do recife) e janeiro/2009 (recuperação do recife). A entrada de indivíduos de menor tamanho ocorreu ao longo de todo período de amostragem, indicando que o recrutamento é contínuo nos recifes. Em fevereiro/2008 (recuperação do recife) só foram encontrados indivíduos de pequeno porte, em classes menores que 3 mm LC. Por ter um ciclo de vida curto, *P. armatus* facilmente se adaptou aos recifes erodidos.

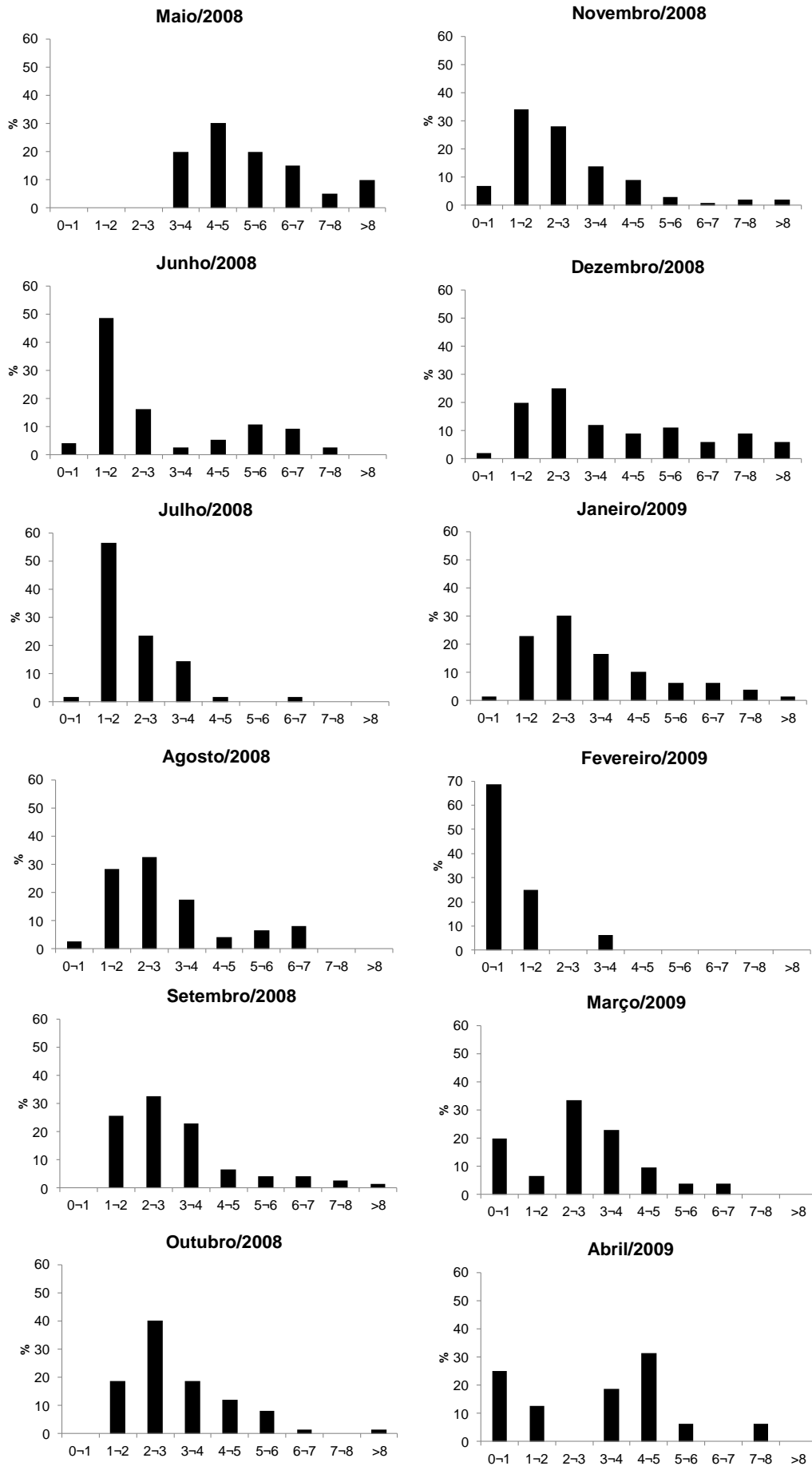


FIGURA 8-Freqüência de indivíduos em classes de tamanho da largura da carapaça (mm) de *P. armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeuá-PA, no período de maio de 2008 a abril de 2009.(REAVALIAR)

4.2.2. Razão sexual

A razão sexual total foi de 1,2:1 (macho:fêmea), com desvio significativo a favor dos machos para o período como um todo e para os meses de julho/08, agosto/08 e janeiro/09 (Tabela 3). Uma maior proporção de machos foi observada para praticamente todos os meses de coleta, com exceção dos meses de junho/08 e abril/09 (Figura 9 e Tabela 3). Para a proporção dos sexos nas diferentes classes de tamanho, foi observado desvio significativo para todas as classes de tamanho, sendo que fêmeas tiveram maior proporção nas classes de 4-6 e 6-8 mm. Nas demais classes (de maior e menor tamanho) os machos foram mais abundantes. Em média, machos foram maiores que fêmea, com diferença significativa para o período ($g.l=1$; $F=15,5$; $p=0,00$).

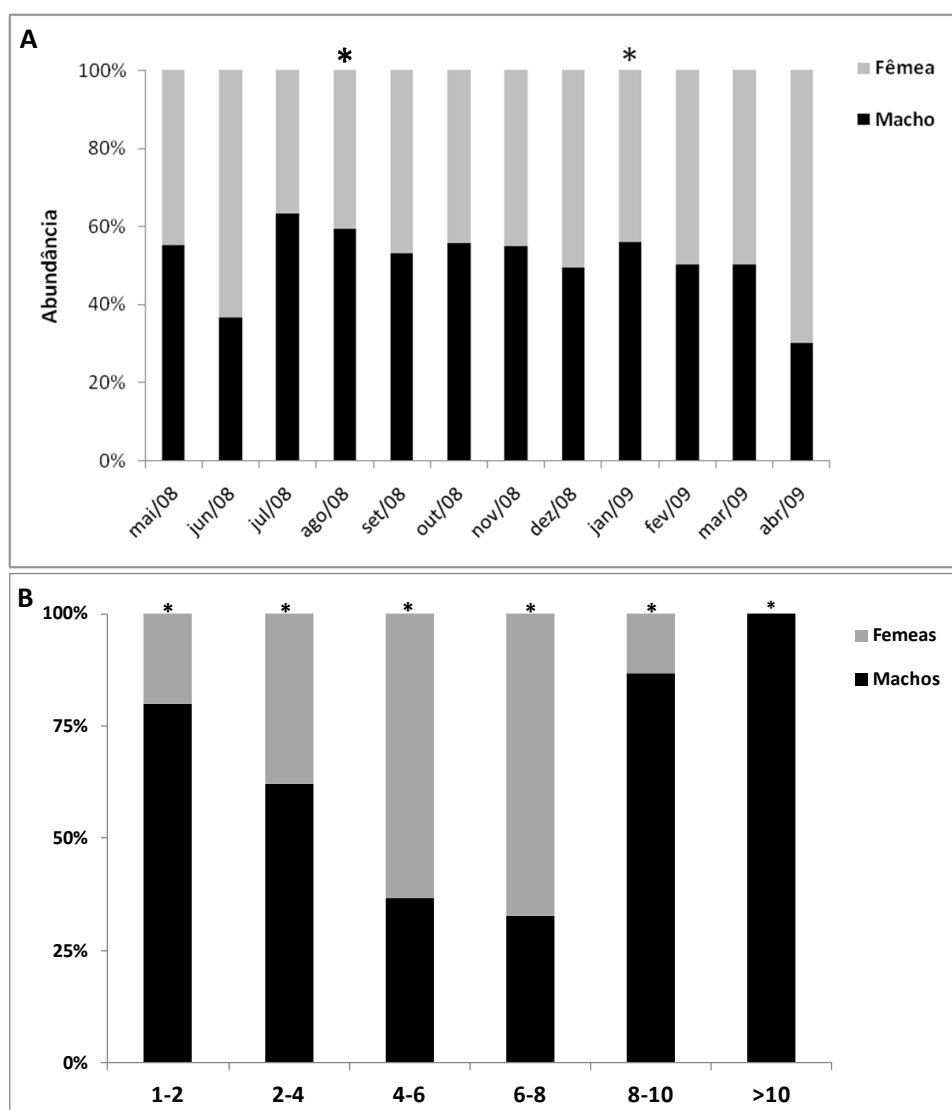


FIGURA 9 - (A) Proporção de machos e fêmeas de *Petrolisthes armatus* entre maio de 2008 e abril de 2009. (B) Proporção sexual por classe de comprimento (mm). Os asteriscos indicam desvio significativo da razão sexual de 1:1.

TABELA 3–Razão sexual entre machos e fêmeas de *P. armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeua-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009 e análise de χ^2 .

Mês	Macho	Fêmea	Razão M:F	X ²
Mai/08	11	9	1,2:1	0,20
Jun/08	15	26	0,6:1	2,95
Jul/08	12	7	1,7:1	1,32*
Ago/08	77	53	1,5:1	4,43 *
Set/08	52	46	1,1:1	0,37
Out/08	85	68	1,3:1	1,94
Nov/08	112	92	1,2:1	1,96
Dez/08	295	304	1:1	0,14
Jan/09	342	269	1,3:1	8,72 *
Fev/09	1	1	1:1	-
Mar/09	34	34	1:1	-
Abr/09	3	7	0,4:1	1,60
Total	1039	916	1,2:1	7,8*

(*) desvio significativo da proporção esperada.

4.2.3. Densidade populacional

A densidade média de *Petrolisthes armatus* no recife foi de $2134,3 \pm 3634,3$ ind.m⁻², com variação significativa entre os meses de coleta (g.l.= 11 F= 16,47; p=0,00). A maior densidade média de organismos foi observada nos meses de dezembro/08 (período seco e de erosão do recife) com 7.769 ± 4988 ind. m⁻², seguida de janeiro/09 (7.257 ± 4349 ind. m⁻²) (início da recuperação do recife), com queda abrupta em fevereiro (87 ± 36 ind. m⁻²). O teste Tukey mostrou que dezembro/08 e janeiro/09 não foram diferentes entre si, mas significativamente diferiram dos demais meses. Os meses do período chuvoso, maio/2008, fevereiro/2009 e abril/2009, apresentaram densidades significativamente menores que os demais meses (Figura 10).

Considerando apenas a densidade de juvenis, os maiores valores foram observados em novembro/08 (26.835 ± 1678 ind. m⁻²), dezembro/08 (48.481 ± 1.653 ind. m⁻²) e janeiro/09 (38734 ± 2494 ind. m⁻²). O teste tukey mostrou que os meses de

novembro/08, dezembro/08 e janeiro/09 não foram significativamente diferentes entre si ($p>0,05$). Dezembro e janeiro foram significativamente mais densos que os demais meses. Enquanto novembro/08 não foi diferente estatisticamente de agosto/08 e outubro/08. Não houve ocorrência de juvenis no mês de maio/08.

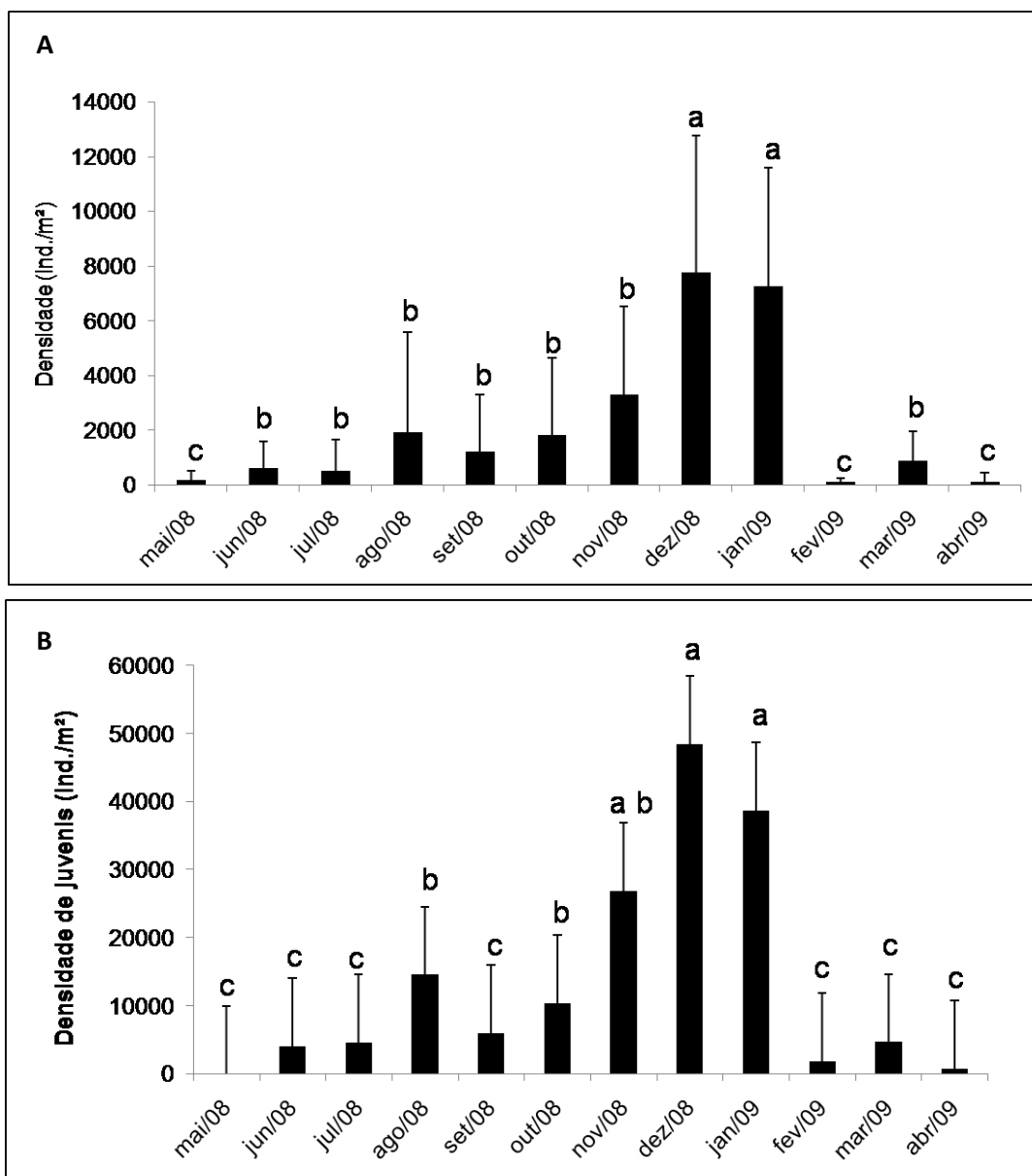


FIGURA 10 – Densidades de *Petrolisthes armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodão-Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009. (A) Indivíduos agrupados; (B) juvenis (sexo não determinado). As letras representam as diferenças discriminadas pelo teste tukey.

4.2.4. Reprodução

Fêmeas ovígeras

Fêmeas ovígeras de *P. armatus* foram observadas em praticamente todo o período de amostragem, ocorrendo ausências em fevereiro/09 e abril/09, meses do período chuvoso e de recuperação dos recifes. Portanto, somente na estação seca foram registradas fêmeas ovígeras em todos os meses. Os maiores percentuais de fêmeas ovígeras foram registrados nos meses de agosto/08 (48%), dezembro/08 (75%) e janeiro/09 (47%) (Figura 11).

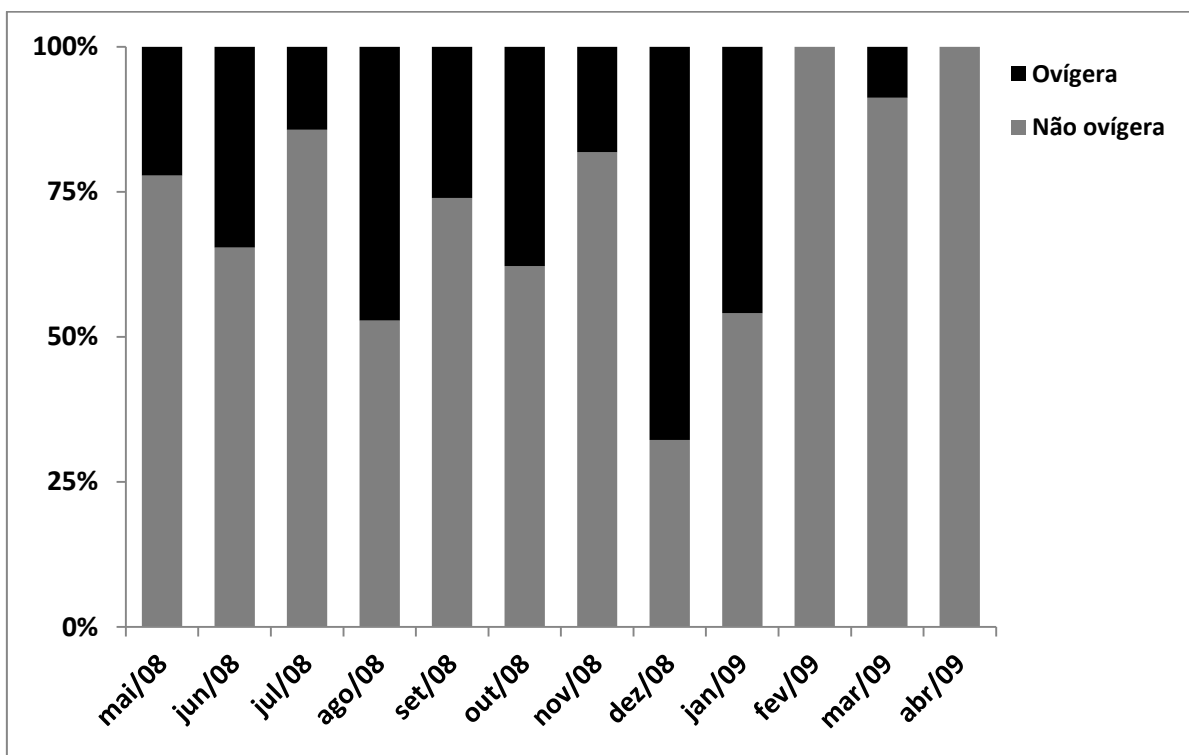


FIGURA 11 - Percentual de fêmeas ovígeras e não ovígeras de *Petrolisthes armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodão-Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.

Fecundidade

Para o estudo de fecundidade (número de ovos produzidos por fêmea, numa ocasião de desova) foram selecionadas e analisadas apenas 108 fêmeas ovígeras de *P. armatus*, que foram agrupadas em seis classes de tamanho de largura de carapaça (LC). Na Tabela 4 são apresentados os valores mínimos e máximos de ovos, assim como a média de ovos por classe de tamanho. Um maior número de ovos foi encontrado em fêmeas de maior tamanho. A classe 5-6 mm englobou a maioria das fêmeas ovígeras. O maior número de

ovos contabilizados (1811) foi encontrado na classe 6-7 mm. A maior média de ovos ($187,67 \pm 226,89$ ovos/por fêmea) foi observada na classe 8-9 mm.

TABELA 4 – Fecundidade de *Petrolisthes armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.

Classes de (LC)	Nº fêmeas	Nº total ovos	Mín/Máx	Média ± DP
4-5 mm	14	577	8-103	41,21± 33,57
5-6 mm	33	997	8-144	30,21± 37,23
6-7 mm	25	1811	30-212	72,44± 56,14
7-8 mm	10	847	57-121	84,70± 38,39
8-9 mm	3	563	41-449	187,67± 226,89

Estágios dos ovos

A média observada no recife foi cerca de 55 ovos/fêmea, com número máximo de 449 ovos/fêmea, com média de 188 ± 227 ovos/fêmea. As fêmeas ovígeras encontradas nos recifes apresentaram ovos nos três estágios de maturação (Figura 12). Os maiores percentuais de ovos em estágios II e III foram observados em agosto, setembro e dezembro de 2008, meses do período seco e de recifes em erosão. Janeiro/2009 (recuperação dos recifes) foi o mês do período chuvoso com maiores percentuais de ovos e estágio II e III. Em maio/08, julho/08 e março/2009, meses do período chuvoso, 100% dos ovos encontrados nas fêmeas estavam em fase inicial.

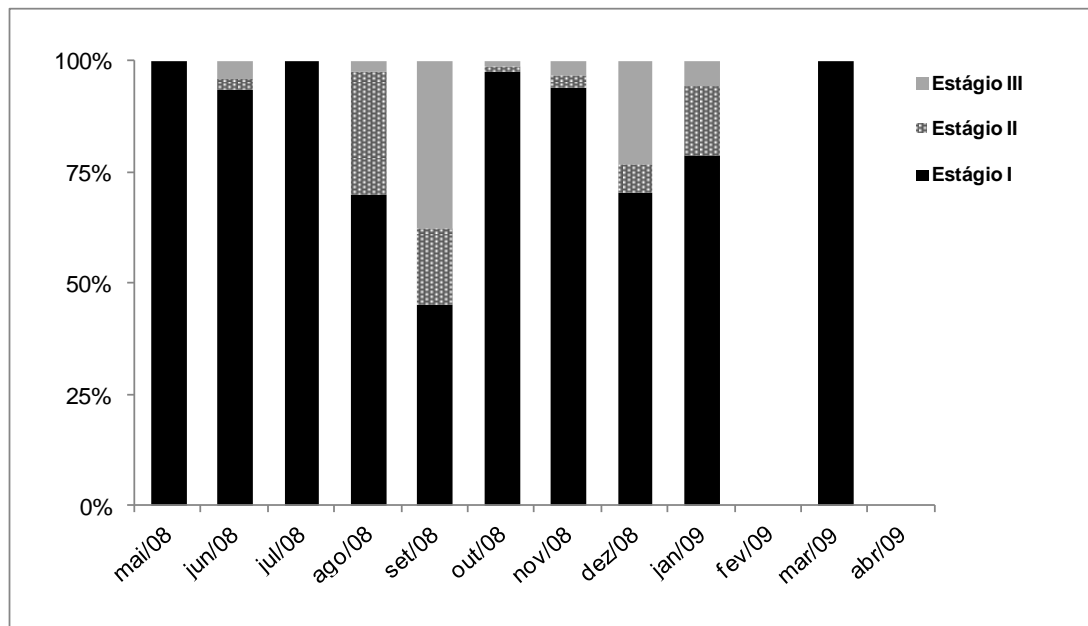
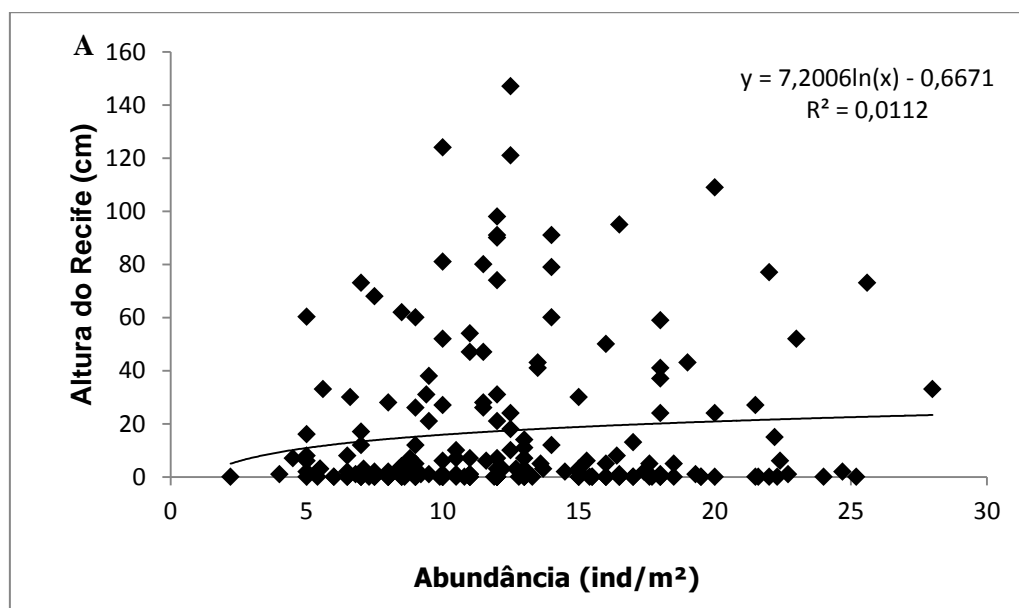


FIGURA 12 – Distribuição dos ovos de *Petrolisthes armatus* nos diferentes estágios de maturação, coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.

4.2.5. Relação entre as variáveis biológicas e ambientais

As regressões e teste t ($p > 0,05$) mostraram não existir correlação entre a altura e volume das amostras do recife com a abundância de *P. armatus* (Figura 13). Os valores dos coeficientes de determinação r^2 estiveram abaixo de 0,1, mostrando que maior parte da variância da abundância não pode ser explicada por tais variáveis estruturais do recife.



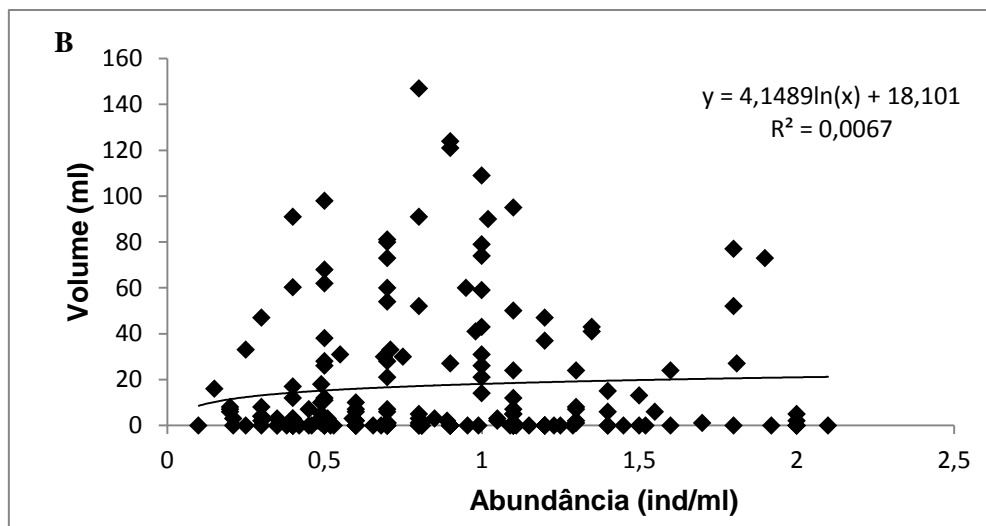


FIGURA 13 – Análise de regressão entre a abundância de *Petrolisthes armatus* e a altura (A) e volume (B) das amostras de recife de Sabellariidae da Ilha de Algodual-Maiandeuá-PA.

A análise de Spearman revelou que a densidade média total e de juvenis de *P. armatus* correlacionou-se de maneira significativa e positiva com a temperatura, salinidade, velocidade dos ventos e altura de onda (TABELA 5). Havendo também correlação positiva significativa entre fêmeas ovígeras e temperatura e salinidade.

TABELA 5 - Coeficiente de correlação de Spearman (R) entre a densidade total e de juvenis, fêmeas ovígeras, total de ovos e os fatores abióticos de *Petrolisthes armatus* coletados em recifes de Sabellariidae na Ilha de Algodual-Maiandeuá-PA no período de maio de 2008 a abril de 2009.

	Temperatura	Salinidade	Material em suspensão	Velocidade do vento	Precipitação	Altura de onda
Densidade média total	0,85*	0,74*	0,26	0,69*	-0,78	0,78*
Densidade média de Juvenis	0,86*	0,77*	0,40	0,72*	-0,74	0,74*
N° de fêmeas ovígeras	0,72*	0,68*	0,20	0,61	-0,67	0,57
N° total de ovos	0,62	0,61	0,17	0,43	-0,58	0,31

*Resultados significativos, $p < 0,05$.

5. DISCUSSÃO

5.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS E CONDIÇÕES DO RECIFE

As variações temporais das variáveis ambientais consideradas no presente estudo denotaram padrões esperados para zona equatorial tropical e região costeira do Pará. O principal sistema meteorológico responsável por padrões de precipitação locais é a Zona de Convergência Intertropical ou ZCIT (Marengo, 1995). A precipitação é um dos elementos climáticos mais importantes a ser analisado na região tropical, pois induz as características e comportamento dos outros, tais como temperatura, salinidade, ventos, umidade (Fisch, 1998).

Durante o período seco (julho a dezembro) foram registrados valores mais elevados de temperatura do ar, velocidade dos ventos, altura das ondas e de salinidade e material em suspensão em suspensão na água. A precipitação pluviométrica apresentou valores baixos, pois nesse momento a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) está se movendo para o Hemisfério Norte, resultando em taxas de precipitação mais baixas (Marengo, 1995). No período chuvoso (janeiro a junho) padrões temporais inversos foram registrados para as variáveis ambientais.

Segundo Moraes *et al.* (2005) o período trimestral com maior precipitação é de fevereiro a abril, que podem alcançar até 1000 mm/mês, onde março destaca-se como o mais chuvoso. Menores valores de precipitação são encontrados no período seco chegando a zero (Moraes *et al.*, 2005). Confirmando os padrões de precipitação apresentados neste estudo. A maior quantidade de chuvas propicia temperaturas mais amenas, um maior fluxo fluvial e conseqüentemente, a menores valores de salinidade da água (Kinne, 1971).

No litoral paraense durante o período chuvoso, atuam os ventos alísios de nordeste precedidos geralmente de calma e quase sempre acompanhados de rajadas violentas e chuvas intensas (Souza Filho *et al.*, 2009). No período seco, os ventos provenientes de leste são muito mais intensos, causando influências significativas na geração das ondas, tornando-as muito mais energéticas (Silva, 2001). Assim o aumento da intensidade dos ventos induz maior geração de ondas e correntes, elevando a resuspensão do material de fundo (Souza Filho *et al.*, 2009), fato que poderia explicar os mais altos valores de material em suspensão registrados durante o período seco.

Os recifes de *S. wilsoni* na Ilha de Maiandeuá-Algadoal passaram por marcantes mudanças na sua estrutura. Inicialmente (maio a julho de 2008) estavam bem

desenvolvidos, passando por forte processo de erosão (setembro a dezembro de 2008), quase desaparecendo e então reconstruídos (janeiro a abril de 2009). Na Ilha de Maiandeuá-Algodal a hidrodinâmica parece ser o principal fator estruturador dos ciclos de construção-reconstrução dos recifes de *S. wilsoni* (Silva, 2015). A destruição dos recifes ocorre no período seco, quando os ventos alísios de leste são mais intensos e geram ondas mais altas e frequentes e com maior capacidade da ressuspensão dos sedimentos de fundo. O início do processo de erosão dos recifes (setembro-outubro/2008) coincide ainda com a ocorrência de macromarés equinociais de sizígia (altura de até 5,3 m) (DHN, 2008), capazes de gerar fortes correntes de marés (Matos *et al.*, 2012). No período chuvoso, quando a hidrodinâmica é mais amena, os recifes estavam em crescimento ou reconstrução.

Condições hidrodinâmicas extremas podem afetar negativamente os recifes por aumentar sua erosão, causar o assoreamento por areia (Gruet, 1971) e possivelmente, diminuir a eficiência da captura de grãos (Pawlik e Butman, 1993, Vovelle, 1965, Wilson, 1971), pelos poliquetas *S. wilsoni*.

5.2. ESTRUTURA ETÁRIA

Ao longo do período de coleta notou-se a presença de indivíduos de *P. armatus* de vários tamanhos. O menor indivíduo encontrado no recife possui 0,7 mm LC, um exemplar de juvenil menor que o encontrado por Oliveira e Masunari (1995) e Silva (2011), que observaram 1,3 mm LC e 1,1 mm LC respectivamente. Em contraste, o maior indivíduo coletado neste estudo possui 10,6 mm LC, medida inferior à encontrada por Oliveira e Masunari (1995), Silva (2011), Diaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001) e Wehrtmann *et al.* (2012) (Tabela 6). A proporção de indivíduos juvenis (indeterminados) foi superior a encontrados em outros ambientes (Tabela 6).

O menor tamanho dos indivíduos registrados, assim como a alta proporção de juvenis, pode indicar que os recifes sejam utilizados primariamente como área de criadouros e/ou que possivelmente as taxas de mortalidades de larvas, megalopas e juvenis possam ser menores no recife, por serem ambientes que oferecem maior proteção contra predação e variação das variáveis ambientais (Gore *et al.* 1978).

A menor fêmea ovígera mediu 3,7 mm LC. Outros trabalhos no Atlântico têm registrado as menores fêmeas ovígeras com tamanhos entre 3,0 e 4,5 mm LC. O valor

de 3,7 mm é um pouco superior à observada por Silva (2011) no mesmo estuário, assim como é maior que os de Hollebone e Hay (2007), Miranda e Mantelatto (2009; 2010). Por outro lado, o valor foi inferior aos encontrados por Diaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001), para Costa do Pacífico e de Oliveira e Masunari (1995) para o Sul brasileiro (Tabela 6). Sabe-se que a maturidade sexual é alcançada mais precocemente em regiões tropicais e subtropicais pelo fato das altas temperaturas favorecerem este processo (Silva, 2011). Hollebone e Hay (2007) no seu estudo com *P. armatus*, também enfatiza que a capacidade de reprodução de fêmeas pequenas (≈ 3 mm LC) está relacionada a altas temperaturas observadas (25 a 32°C).

Os machos foram em média maiores e mais frequentes nas classes de maior e menor tamanho. Machos maiores que fêmeas também foi o padrão observado por Silva (2011) em áreas do estuário de Marapanim, assim como por Oliveira e Masunari (1995) e Miranda e Mantelatto (2009). O maior tamanho dos machos pode estar relacionado à necessidade de aumento no potencial reprodutivo e à necessidade de fertilização do maior número de fêmeas possível, para o aumento da chance de acasalamento e devido a competição por parceiras para reprodução (Oliveira e Masunari, 1995; Miranda e Mantelatto, 2009).

A maioria das fêmeas foi agrupada nas classes de 4-6 e 6-8 mm LC, tamanho em que são maduras, levando em consideração o tamanho da menor fêmea ovígera registrada 3,7 mm (LC). A baixa frequência de fêmeas em classes de menor tamanho (<4 mm) e alto percentual de maduras pode indicar que diferente dos machos, as mesmas ocupam preferencialmente os recifes para a reprodução, habitando o ambiente rochoso adjacente em fases iniciais do ciclo de vida. É possível que *P. armatus* ocupe simultaneamente as áreas rochosas e o recife, já que a espécie tem alta mobilidade (Oliveira e Masunari, 1995). Tal fato também explicaria o padrão de distribuição das classes de tamanho ao longo do período, com o aparecimento e desaparecimento de classes de maior tamanho ao longo dos meses.

5.3. RAZÃO SEXUAL

A razão sexual encontrada no recife para *P. armatus* foi de mais machos que fêmeas (1,2:1), com desvio significativo. No mesmo estuário, Silva (2011) encontrou razão de 1:1 para espécie. De forma geral, a razão sexual encontrada para espécies em

outros climas e habitats é de 1:1 (Diaz-Ferguson e Vargas-Zamora, 2001; Hollebhone e Hay, 2007; Miranda e Mantelatto, 2009 e 2010) (Tabela 6). Apenas Oliveira e Masunari (1995), encontraram razão (1,5:1).

Vários autores (Giesel, 1972; Wenner, 1972, Diaz e Conde, 1989) levantaram hipóteses para explicar o padrão sexual diferente de 1:1, sugerindo que taxa de crescimento diferencial, mortalidade e tempo de vida ou a migração diferencial podem influenciar na proporção sexual. Turra e Leite (2000), estudando espécies de caranguejos ermitões, observaram desvios da razão sexual associados com restrições de distribuição de habitat e alimentação diferencial entre os sexos. Neste estudo o desvio da razão sexual 1:1 possivelmente é explicada por fatores comportamentais (Lardies *et al.*, 2004, Masunari, Dubiaski-Silva, 1998) e de migração diferencial (Diaz e Conde, 1989).

5.4. DENSIDADES

A densidade média encontrada no recife estudado foi de 2134,3 ind. m², com máxima de 18.607,6 ind. m², estes valores estão muito acima dos encontrados em outros tipos de habitats costeiros (Tabela 6), assim como em áreas do mesmo estuário, com médias de 178,4 (Silva, 2011) e 245 ind./m² (Morais e Lee, 2014). Os valores são mais elevados principalmente ao se comparar com praias rochosas da Sul do Brasil e da Costa Rica, na Costa do Pacífico, estando mais próximos aos registrados por Hollebhone e Hay (2007), em recifes da ostra *Crassostrea virginica* na Costa da Geórgia (EUA).

Tais resultados indicam o quanto substratos biogênicos são importantes para *P. armatus*, já que nestes ambientes foram registradas as maiores densidades. Organismos que formam recifes comumente constroem habitats estruturalmente complexos e de alta biodiversidade (Holt *et al.*, 1998). O favorecimento à fauna está associado a uma combinação de fatores, incluindo a proteção a fatores ambientais como altas temperaturas, dessecação à exposição ao ar, variações bruscas de temperatura, salinidade e umidade, além do aumento da complexidade estrutural e a maior oferta de recursos como oxigênio e alimento (Bell, 1985, Kovalenko *et al.*, 2012). A maior disponibilidade de microhabitats pode reduzir a competição, assim como a predação, favorecendo o aumento no número de organismos e espécies (Kovalenko *et al.*, 2012).

Os picos de densidade de organismos foram observados em novembro e dezembro de 2008 e janeiro de 2009. Novembro e dezembro são meses do período seco (com maior temperatura e salinidade) e nos quais o recife apresentava elevada erosão.

Janeiro marcou o início do período chuvoso e fase inicial da recuperação dos recifes (Figura 6 e Tabela 1). É conhecida a maior frequência de *P. armatus* por ambientes e períodos de maiores temperaturas e salinidade da água. Embora a espécie seja capaz de tolerar uma ampla faixa de variações de temperatura (3° a 32°C) (Hollebone, 2006) e salinidade (6 a 31) (Oliveira e Massunari, 1995), apresenta picos reprodutivos e altas densidades durante épocas de maior temperatura e salinidade (Oliveira e Masunari, 1985; Hollebone e Hay, 2007; Silva, 2011; Wehrmann *et al.*, 2011).

De forma geral, recifes de sabelarídeos erodidos suportam uma maior riqueza e densidade de organismos bentônicos, quando comparados com recifes preservados (Gruet, 1971, Porras *et al.*, 1996, Dias & Paula, 2001). As plataformas preservadas de *S. wilsoni* apresentam alta densidade de vermes construtores e tubos, maiores acúmulos de sedimento finos e provavelmente pouca oxigenação (Silva, 2015). O processo de destruição levou a um gradativo aumento na complexidade estrutural dos recifes, eliminou parte de vermes construtores, deixando livres seus tubos, abriu buracos e fendas e fragmentou a plataforma em pequenas manchas. É provável que a fragmentação do recife permitiu a ocupação mais efetiva do ambiente por organismos que habitam o substrato rochoso adjacente, como *P. armatus*.

No período seco, além de salinidade e temperaturas mais elevadas, a produtividade primária pode ser mais elevada, assim como os materiais em suspensão na água. *P. armatus* é uma espécie primariamente filtradora, que se alimenta de organismos planctônicos e pequenas partículas orgânicas na água (Oliveira e Masunari, 1995). Fator este, que contribui para altas densidades de *P. armatus*.

As altas densidades observadas em novembro, dezembro e janeiro, esteve associada também a entrada de juvenis nos recifes. Esses indivíduos são possivelmente provenientes do pico reprodutivo do período seco (conforme discutido nas seções abaixo) e da disponibilidade de espaço nos recifes. As maiores densidades de larvas de *P. armatus* no Estuário de Marapanim foi observada por Oliveira *et al.*, (2013) durante o período seco, com redução significativa a partir de fevereiro, quando até maio se tornaram praticamente inexistentes.

TABELA 6– Estrutura populacional de *Petrolisthes armatus* para variados ambientes intermareais.

Tipo de ambiente	Densidade (ind.m ⁻²)	Razão sexual ♀:♂	Tamanhos Min – Máx. (LC) mm	Maturidade sexual - menor fêmea ovígera (LC) (mm)	% juvenis (indivíduos ind.)	Período reprodutivo	Referência
Recife de Sabellariidae, Costa Amazônica, Atlântico Sul.	Média: 2.134,3 Máxima: 18.607,6	1,2:1*	F= 1,1 - 8,5 FO = 3,7 - 8,3 M: 1,0 - 9,0 JV = 0,7 - 3,2	3,7	39,4	Reprodução contínua, com pico no período seco	Presente estudo
Fragmentos rochosos, Costa Amazônica, Atlântico Sul.	Média≈178,4 Máxima: 1.427,3	1:1	F= 1,7 - 8,6 FO= 3,3 - 9,3 M= 1,5 - 11,1 JV=1,1 - 4,8	3,3	5,1	Reprodução contínua, com pico no período seco	Silva (2011)
Área de entremaré rochoso adjacente a manguezais, Sudeste do Brasil, Atlântico Sul	Abundância total: 775	0,9:1	F=2,5 - 12,5 FO= 4,5 - 12,5 M= 2,5 - 13,5 JV 1,3 - 2,4 m	3,5	7,4	Contínua, com pico no início do período seco	Miranda & Mantelato (2009; 2010)
Praia rochosa, Paraná, Sul do Brasil, Atlântico Sul.	Máxima: 305,0	1,5:1		4,5	28,3	Contínua, com pico no início do verão	Oliveira & Masunari (1995)
Recife de ostras, Geórgia, EUA, Atlântico Norte.	Máxima: 11.200	1:1	TO= <1- 12	3,0	-	Reprodução preponderantemente e no verão	Hollebone & Hay (2007)
Praia rochosa, Golfo de Nicoya, Costa Rica, Costa do Pacífico	Média: 37,7 Máxima: 100,0	1:1,2	F= 4,5 - >10 M=4,5 - >10 FO=4,5 JV= ≈2-4,49	4,5	≈10	Reprodução contínua, período seco.	Diaz-Ferguson & Vargas-Zamora (2001)

LC= largura da carapaça ; F= fêmeas; FO= fêmeas ovígeras; M= machos; JV= juvenis; TO= todos os indivíduos.

A redução abrupta na densidade no mês de fevereiro deve estar associada a salinidade registrada no estuário, que passou de 20 em janeiro, para 14 em fevereiro e chegou a 6 em abril. Embora *P. armatus* seja uma espécie eurihalina, Oliveira *et al.*, (2013) e Gore (1972), sugerem que larvas não sejam capazes de sobreviver em salinidades abaixo de 20, assim como adultos reduzem suas densidade no período chuvoso, provavelmente devido ao estresse osmótico.

Foram encontradas relações significativas entre a densidade total e de juvenis, com fatores temperatura, salinidade, velocidade do vento e altura de onda, assim como fêmeas ovígeras se relacionaram significativamente com temperatura e salinidade. Essas relações mostram favorecimento que ocorre para espécie nas ocasiões do período seco e de erosão dos recifes.

5.5. PERÍODO REPRODUTIVO E RECRUTAMENTO

A presença de fêmeas ovígeras foi observada em quase todos os meses do ano, à exceção de fevereiro/09 e abril/09 (período chuvoso). Os meses que ocorreram mais fêmeas ovígeras foram agosto/08, dezembro/08 e janeiro/09. Para os estágios dos ovos nas fêmeas, observa-se que além desses meses, agosto e setembro de 2008, apresentam maior proporção de ovos em estágios finais de desenvolvimento (II e II), indicando início de desova.

Com base nesses resultados podemos afirmar que a reprodução da espécie no recife é contínua e apresenta picos no período seco e início do período chuvoso, os quais estão associados ao aumento da salinidade do estuário (período seco) e processo de erosão dos recifes. A reprodução contínua tem sido comumente reportada para a espécie no Brasil, tanto no Estuário de Marapanim (Silva, 2011), quanto em outras regiões (Oliveira e Masunari, 1985; Miranda & Mantelato, 2009; 2010). O pico reprodutivo da espécie no recife é semelhante ao observado em áreas de substrato rochoso do Estuário de Marapanim. Silva (2011) evidenciou dois picos de atividade reprodutiva mais intensa, um no período seco (dezembro) e outro no início do chuvoso.

A reprodução contínua é um padrão comum para organismos de regiões tropicais, onde as temperaturas são relativamente altas e estáveis ao longo do ano, suportando níveis relativamente constantes de produtividade (Longhursts & Pauly, 1987).

Concordando com a reprodução contínua, ocorreu entrada de juvenis ao longo de todo o ano de coleta. Os picos de juvenis/recrutamento foram observados nos meses de novembro/2008, dezembro/2008 e janeiro/2009. A redução no número de juvenis ocorreu no período chuvoso, que está associado com as menores densidades de larvas no Estuário de Marapanim (Oliveira *et al.*, 2013).

5.6. FECUNDIDADE E ESTÁGIOS DOS OVOS

Em média foi encontrado de cerca de 55 ovos/fêmea, com número máximo de 449 ovos/fêmea e maior fecundidade para a classe de 8-9 mm LC com média de 188 ± 227 ovos/fêmea. Houve uma tendência de maior número de ovos para fêmeas de maior tamanho, como já observado por Wehrtmann *et al.* (2012). De acordo com Hines (1988) o tamanho da fêmea é o principal determinante da fecundidade para decápodes.

A fecundidade para a espécie é bem inferior a observada na Costa Rica por Wehrtmann *et al.* (2012), com valores entre 108 e 1.143 ovos /fêmea, média geral de 438 ± 219 ovos e maior fecundidade na classe de 8-9 mm LC (média de 760 ± 310 ovos /fêmea). Os valores de fecundidade são também inferiores ao observados no Brasil em São Sebastião (Sudeste), com número de ovos por fêmea variou de 12 a 665, média geral de 252 ± 184 ovos e maior fecundidade na classe 9-10 mm LC (Wehrtmann *et al.*, 2012).

A menor quantidade de ovos em áreas tropicais e subtropicais pode estar relacionada a fatores estressantes e condições ambientais. Wehrtmann *et al.* (2012) sugerem que as fêmeas de *P. armatus* no Brasil, gastam mais energia se adaptando às condições de estresse do ambiente, e injetam menos energia na reprodução, logo tem fecundidade menor que as fêmeas de regiões temperadas.

Em outros estudos (Reid and Corey 1991; Wehrtmann *et al.* 2012; Leone, 2013) foi observada maior porcentagem de ovos no estágio I, corroborando com o padrão encontrado neste estudo. A alta proporção de ovos em estágio inicial, seguida por baixas proporções em ovos em estágios subsequentes é registrada em outros trabalhos com *P. armatus* e está associada ao rápido desenvolvimento embrionário da espécie (Leone, 2013).

5.7. RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DO RECIFE E DA POPULAÇÃO DE PETROLISTHES ARMATUS

Não ocorreu relação significativa entre as variáveis estruturais (altura e volume das amostras) do recife e a abundância. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2015) para fauna associada aos recifes arenosos de *Sabellaria wilsoni* da Ilha de Algodal. Esta cita que a fauna está mais associada com o estado de conservação dos recifes (consolidação dos agregados, presença de fissuras etc.) do que com o grau de desenvolvimento vertical, ela também encontrou maiores densidades nos recifes em processo de erosão.

O estresse e distúrbios são os responsáveis por elevar ou reduzir a dominância de uma espécie no ambiente (Sousa, 1979, Morais, 2011). Hollebone e Hay (2007) observou em seu estudo realizado em região temperada, que *P. armatus* se adaptou a variações de temperatura e maré, mantendo sua reprodução e crescimento em áreas de recifes de ostra e habitats adjacentes como marismas. Oliveira e Masunari (1995) também observou que a espécie é capaz de sobreviver em variáveis condições de temperatura e salinidade.

Os resultados demonstram a alta capacidade reprodutiva da espécie, assim como sua alta adaptabilidade as mais variadas condições ambientais, aproveitando-se de condições favoráveis, como maior temperatura, salinidade e local mais protegido (recifes) para aumentar de forma significativa suas densidades.

6. CONCLUSÃO

- A densidade de *Petrolisthes armatus* no recife de Sabellariidae foi muito superior à encontrada em outros habitats costeiros, principalmente ambientes rochosos, onde mais freqüentemente a espécie habita;
- A proporção sexual encontrada no recife de 1,2: 1 (macho: fêmea) foi diferente daquela observada nos ambientes rochosos locais, o que pode estar relacionado com fatores comportamentais e de migração diferencial entre sexos.
- As fêmeas são encontradas no recife, principalmente em tamanhos maduros, indicando que o habitat possa ser utilizado pelas mesmas, principalmente como área de reprodução (acasalamento, maturação dos ovos e desova);
- Machos foram maiores do que as fêmeas, e encontrados no recife em altas densidades, tanto de indivíduos maduros, quanto imaturos;
- O percentual de indivíduos juvenis encontrado no recife foi superior ao encontrado em outros ambientes costeiros, indicando a importância dos recifes como áreas de criadouro para espécies.
- Os parâmetros ambientais mais importantes na estruturação da população foram temperatura, salinidade, velocidade do vento e altura de onda; os dois primeiros diretamente relacionada a fisiologia da espécie e os dois últimos com as condições de conservação dos recifes.
- Recifes muito erodidos foram os mais favoráveis para a permanência da espécie, dada o aumento da heterogeneidade espacial e disponibilidade de espaço;
- A espécie estudada apresentou reprodução contínua, com picos de reprodução no período seco e início do chuvoso, quando as condições ambientais foram favoráveis;
- A fecundidade da espécie no recife foi menor em habitats rochosos de clima temperado e subtropical.

REFERÊNCIAS

- Aller J.Y., Stupakoff I. The distribution and seasonal characteristics of benthic communities on the Amazon shelf as indicators of physical process. 1996. *Continent Shelf Res.* V. **16** (5/6), p. 717-751.
- Araujo da Silva C., Souza-Filho P.W.M. and Rodrigues S.W.P. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). 2009. *Continental Shelf Research*, **29**(3), 619-631.
- Ataíde M. B., Venekey V., Rosa-Filho J. S., Santos P. J. P. Sandy reefs of *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) as ecosystem engineers for meiofauna in the Amazon coastal region, Brazil. 2014. *Marine Biodiversity* **44**:403–413.
- Beesley P. L. Ross G. J. B., Glasby C. J. (Eds.). Polychaetas and Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. 2000. *Melbourne: CSIRO*. V. **4**. 465 p.
- Bell S.S. Habitat complexity of polychaete tube-caps: influence of architecture on dynamics of a meio epibenthic assemblage. 1985. *Journal of marine research*, v. **43**, n. 3, p. 647-671.
- Bertness M.D. *The ecology of Atlantic shorelines*. 1999. Sunderland, MA, USA: Sinauer Associates. 367 p.
- Bezerra L.E.A.; Coelho P.A. Crustáceos decápodos associados a esponjas no litoral do estado do Ceará, Brasil. 2006. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. **23**, n. 3, p. 699-702.
- Bianchi C.N. Le biocostruzion in egli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biologia Marina Mediterranea*. 2001.**8**(1), 112–130.
- Bosa C.R., Masunari S. Crustáceos decápodos associados aos bancos de *Phragmatopoma caudata* (Kröyer) (Polychaeta, Sabellariidae) na Praia de Caiobá, Matinhos, Paraná. 2002. *Revista Brasileira de Zoologia*. 19 (Supl. 1): p. 117 – 133.
- Carvalho, A.S.S. 2003. *Abundância das larvas da família Porcellanidae (Anomura: Decapoda) no meroplâncton do estuário do Rio Caeté, Bragança, Pará, Brasil*.

Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Pará. 28p.

Clarke K. R., Warwick R. M. 1994. *Chance in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Bournemouth, Bourne Press, 128p.

Cruz-Motta J. J, Miloslavich P., Palomo G., Iken K., Konar B., Pohle G., Trott T., Benedetti-Cecchi L., Herrera C., Hernandez A., Sardi A., Bueno A., Castillo J., Klein E., Guerra-Castro E., Gobin J., Gomez D.I., Riosmena Rodriguez R., Mead A., Bigatti G., Knowlton, A. & Shirayama Y. 2010. Patterns of Spatial Variation of Assemblages Associated with Intertidal Rocky Shores: A Global Perspective. *Plos One* . 10 f.

Díaz H., Conde J. E. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of Marine Science* **45.1** (1989): 148-163.

Diaz-Ferguson E.D., Vargas-Zamora J.A.V. Abundance of *Petrolisthes armatus* (Crustacea: Porcellanidae) on a tropical estuarine intertidal rocky beach, Gulf of Nicoya estuary, Costa Rica. 2001. *Revista de Biología Tropical*. **49**. Supl. 2: 97-101.

Dias A.S. & Paula J. Associated fauna of *Sabellaria alveolata* colonies on the central coast of Portugal . 2001. *Journal of the marine Biological Association of the United Kingdom*, 80, 169-170.

Fisch G.; Marengo J.A.; Nobre C.A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica*. 1998. **28**(2): 101-126.

E Navegação, D.D.H. Tabua das marés para 2008. *Fundeadoiro de Salinópolis (Estado do Para)*. Disponível em <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>>. Acesso em: 14 julho de 2016.

Gherardi F., & Cassidy P.M. (1994). Macrobenthic associates of bioherms of the polychaete *Sabellaria cementarium* from northern Puget Sound, Washington. 1994. *Canadian journal of zoology*, **72** (3), 514-525.

Giesel J. T , Sex Ratio, Rate of Evolution, and Environmental Heterogeneity. *The American Naturalist* 106, no. 949 (May - Jun., 1972): 380-387.

Gore R.H., Scotto L.E., Becker L.J. Community composition, stability, and trophic partitioning in decapod crustaceans inhabiting some subtropical Sabellariidae worm reefs. 1978. *Bulletin of Marine Science*. **28**:221-248 p.

Gore R.H. *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850): the development under laboratory conditions of larvae from a Pacific specimen (Decapoda, Porcellanidae). 1972. *Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science*. University of Miami, Miami, Florida, U.S.A.

Guerrero M.U.G., Hendrickx M.E. Embryology of decapod crustaceans, II: Gross embryonic development of *Petrolisthes robsonae* Glassell, 1945 and *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). 2006. *Crustaceana* **78** (9): 1089-1097.

Gutiérrez J.L., Jones C.G. Physical ecosystem engineers as agents of biogeochemical heterogeneity. 2006. *BioScience*, **56**(3), 227-236.

Gruet Y. 1982. *Recherches sur l'écologie des récifs d'Hermelles édifiés par l'Annélide Polychète Sabellaria alveolata (LINNE)*. 1982. Doc. Thesis, Institut des Sciences de la Nature, Université de Nantes, France. 238 f.

Gruet Y. 1971. *Morphologie, croissance et faune associée des récifs de Sabellaria alveolata (Linne) de La Bernerie-em-retz (Loire Atlantique)*. Doc. Thesis, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida, U.S.A, 3:321-380.

Gruet Y. Spatio- temporal changes of sabellarian reefs built by the sedentary polychaete *Sabellaria alveolata* (Linné). 1986. *Marine Ecology*, 7(4), 303-319.

Haworth A. H. 1825. XVII. A new binary arrangement of the brachyurous crustacea: To the editors of the *Philosophical Magazine and Journal*. v.65, n.322, p. 105-10.

Hiscock K. 2004. *Ross worm Sabellaria spinulosa - notes on status and marine natural heritage importance*. 1-2.

Hollebone A. L. 2006. *An invasive crab in the South Atlantic Bight: friend or foe?*. Estados Unidos, Tese (Doutorado em Biologia) – Instituto de Tecnologia, Universidade de Georgia.133f.

Hollebone A.L., & Hay M.E. Population dynamics of the non-native crab *Petrolisthes armatus* invading the South Atlantic Bight at densities of thousands m⁻². 2007. *Marine Ecology Progress Series*, 336, 211-223.

Holt T. J., Rees E. I., Hawkins S. J., Seed R. 1998. *Biogenic Reefs* (volume IX). An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. Scottish Association for Marine Science (UK Marine SACs Project). 170 p.

Jensen G.C.; Armstrong D.A. Intertidal zonation among congeners: factors regulating distribution of porcelain crabs *Petrolisthes* spp. (Anomura: Porcellanidae). 1991. *Marine Ecology Progress Series.*, **73**: 47-60.

Kinne O. Salinity.1971. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. *Marine ecology*. New York: Wiley-Interscience. p.342-397.

Kovalenko K.E.; Thomaz S.M.; Warfe D.M. Habitat complexity: approaches and future directions. 2012. *Hydrobiologia*, 685: 1-17.

Kukliński P., Barnes D.K.A. Structure of intertidal and subtidal assemblages in Arctic vs temperate boulder shores. 2008. *Polish polar research*. v. **29**, no. 3, p. 203–218.

Lardies M.A., Rojas, J.M., Wehrtmann I S. Breeding biology and population structure of the intertidal crab *Petrolisthes laevigatus* (Anomura: Porcellanidae) in central-southern Chile. 2004. *Journal of Natural History*, **38**(3), 375-388.

Le Hir M., Hily C. Macrofaunal diversity and habitat structure in intertidal boulder fields.2005. *Biodiversity and Conservation* **14**,233-250.

Leone I.C. 2013. *Biologia reprodutiva do caranguejo simbiote *Pachycheles monilifer* (Crustacea, Decapoda, Anomura): relação entre potencial reprodutivo e substrato*. Departamento de Biologia, Programa de Pós graduação em biologia comparada. Dissertação, 93 p.

- Lima J.F., Abrunhosa F., Melo M.A. 2005. Development and functional morphology of the foregut of larvae and postlarvae of *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Decapoda, Porcellanidae). *Revista Ciência Agronômica* **36**, 290-294.
- López-Victoria M., Barrios L.M., Kraus H., Osorio L.A. New aspects on the symbiotic relationships between *Dardanus fucosus* (Crustacea: Paguridae), *Calliactis tricolor* (Cnidaria: Hormathiidae) and *Porcellanasaiana* (Crustacea: Porcellanidae). 2004. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* **33**, 261-264. Santa Marta, Colombia.
- Marengo J.A. Interannual variability of deep convection over the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. 1995. *International Journal of Climatology* **15** (9), 995–1010.
- Martin J.W., Davis G.E. An updated classification of the recent Crustacea. 2001. *Natural History Museum of Los Angeles County*. **39**:1–12.
- Masunari S., Dubiaski-Silva J. Crustaceadecapoda da praia rochosa da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná: II. Distribuição espacial de densidade das populações. 1998. *Revista Brasileira de Zoologia*, **15**(3), 643-664.
- Matos J.B., Silva N.D., Pereira L.C.C., Costa R.D. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebentação de uma praia amazônica. 2012. *Acta Botanica Brasilica*, **26**(4), 979-990.
- McLachlan A. Sandy beach ecology a review. In: McLachlan A., Erasmus Teds. 1983. *Sandy beaches as ecosystems*. W. Junk, The Hague, 321-380 p.
- McNeill M. Vertical Zonation: Studying Ecological Patterns in the Rocky Intertidal Zone. 2010. *Science Activities*, v. **47**, n. 1, p. 8-14.
- Melo G.A.S. 1999. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea*. Ed. Plêiade/FAPESP, São Paulo. 551 p.
- Micheletti-Flores C.V., Negreiros-Fransozo M.L. Porcellanidaecrabs (Crustacea, Decapoda) inhabiting sand reefs built by *Phragmatopoma lapidosa* (Polychaeta, Sabellaridae) at Paranapuã Beach. São Vicente, SP. 1999. *Revista Brasileira de Biologia, Brasil*. v. **59**, p.63-73.

Miranda I., Mantellato F.L. Estimating population features of the anomura crab *Petrolisthes armatus* (Porcellanidae) in a remaining and impacted mangrove area of the western Atlantic. 2009. *Journal of Natural History*. v. **43**, Nos. 33–34, p. 2027–2039.

Miranda I., & Mantelatto F.L.M.. Sexual maturity and relative growth of the porcellanid crab *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) from a remnant mangrove area, southern Brazil. 2010. *Nauplius*, **18**(1), p. 87-93.

Moraes B.C.; Costa J.M.N.; Costa A.C.L.; Costa M.H. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. 2005. *Acta Amazônica*, Brasil. v.**35**, p.207-214.

Morais G.C.; Lee J.T. 2014. Intertidal benthic macrofauna of rare rocky fragments in the Amazon region. *Revista de Biologia Tropical*, v. **62**, n. 1, p. 69–86.

Motta J.J.C., Underwood A. J., Chapman M.G., Rossi F. Benthic assemblages in sediments associated with intertidal boulder-fields. 2003. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 285, p. 383-401.

Oliveira E., Masunari S. Estrutura populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes 1950) (decapoda, anomura, porcellanidae) da ilha do Farol, Matinhos, Paraná, Brasil. 1995. *Revista brasileira Zoologia*. **12**(2):355 – 371.

Oliveira D.B., Silva D. C. & Lemos-Martinelli J.M.. Larval and adult density of the porcellanid crab *Petrolisthes armatus* (Anomura:Porcellanidae) in the Amazon estuary, northern Brazil. 2013. *Zoologia* **30**(6): 592–600. 2013

Pawlik R.J., Butman C.A. Settlement of a marine tube worm as a function of current velocity: Interacting effects of hydrodynamics and behavior. 1993. *Limnology and Oceanography*. **38**(8), 1993, 1730-17

Pinheiro M.A.A., Fransozo A. Fecundidade de *Pachycheles haigae* Rodrigues da Costa, 1960 (crustacea, anomura, porcellanidae) em Ubatuba (SP), Brasil. 1995. *Revista Brasileira de Biologia*, **55**(4):623-631.

Pinto A.J.A. 2011. *Biologia reprodutiva de Sabellaria wilsoni (POLYCHAETA SABELLARIDAE) na ilha de Algodoal-Maiandeuá (PARÁ)*. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental. Universidade Federal do Pará. 65 f.

Porras R., Bataller J.V., Murgui E., Torregrosa M.T. Trophic structure and community composition of polychaetes inhabiting some Sabellaria alveolata (L.) reefs along the Valencia Gulf Coast, Western Mediterranean. 1996. *Marine Ecology*, **17**(4), 583-602.

Prost M. T. R. *O litoral nordeste do estado do Pará. Dinâmica atual e aplicações do sensoriamento remoto. Município de Marapanim, Maracanã e Salinópolis. Relatório.* Programa: evolução atual e holocênica do litoral nordeste do Pará. CNPq, Belém, 1994. 55p.

Rodrigues R. C. 2009. Seleção de habitats pelo caranguejo *Petrolisthes armatus* (Anomura: Decapoda) em área de costão. *Livro do curso de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado).* Curso de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade de São Paulo.

Rosa-Filho J. S., Gomes T. P., Silva R. F. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algoadoal Island, Brazil). 2011. *Journal of Coastal Research*. 64,435-439.

Schil D. R. The structure and replenishment of rocky shore intertidal communities and biogeographic comparisons. 2004. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 300, 309-342.

Schlund E., Basuyaux O., Lecornu B., Pezy J. P., Baffreau A., Dauvin J. C. Macrofauna associated with temporary Sabellaria alveolata reefs on the west coast of Cotentin (France). 2016. *Springer Plus* 5:1260.

Sepúlveda, R. D., Moreno, R. A., & Carrasco, F. D. Macroinvertebrate diversity associated to reefs of *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) in the intertidal rocky shore at Cocholgue, Chile. 2003. *Gayana (Concepción)*, **67**(1), 45-54.

Silva D. C. 2011. *Dinâmica populacional e distribuição espacial de petrolisthes armatus gibbes, 1850 (crustacea; porcellanidae) do estuário de Marapanim, litoral amazônico.* Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará. 85 f.

Silva D. E. A. 2015. *Os recifes arenosos de Sabellaria wilsoni (polychaeta: sabellariidae) na ilha de Algoadoal-Maiandeuá, Pará: dinâmica dos construtores e da*

macrofauna bentônica associada. Programa de Pós Graduação em Ecologia Aquática e Pesca. Universidade Federal do Pará. 208 f.

Silva, M.G.L. 2001. *Avaliação multitemporal da dinâmica costeira da Praia do Pescador, Bragança (norte do Brasil)*. 2001. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 113f.

Soares-Gomes A., Pitombo F.B., Paiva P.C. Bentos de sedimentos não consolidados. In: SOARES-GOMES, A.; PEREIRA, R. 2009. *Biologia Marinha* (2^o edição). Rio de Janeiro. Editora Interciência, p. 319-337.

Sousa E. B., Costa V. D., Pereira L. C. C., Costa R. D. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil). 2009. *Acta Botanica Brasilica*, v. **23**, n. 4, p. 1084-1095.

Sousa L. N. 2010. *Variação morfológica e sedimentar em praias da ilha de Algodão (litoral amazônico)*. Instituto de geociências, Universidade Federal do Pará.

Sousa W. P. Disturbance in marine intertidal boulder fields: the nonequilibrium maintenance of species diversity. 1979. *Ecology*, v. **60**, n. 6, p. 1225-1239.

Souza-Filho P.W., Lessa G.C., Cohen M.C., Costa F.R., Lara R.J. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, Northern Brazil. 2009. In *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil* (pp. 347-375). Springer Berlin Heidelberg.

Stillman J. H. 1998. *A Comparative Analysis of Morphological, Physiological, and Biochemical Adaptation to Abiotic Stress in Intertidal Porcelain Crabs, Genus Petrolisthes*. PhD Thesis. Oregon State University, 1998. 210f

Stillman J H., Reeb C.A. Molecular phylogeny of eastern Pacific porcelain crabs, genera *Petrolisthes* and *Pachycheles*, based on the mt DNA 16S rDNA sequence: phylogeographic and systematic implications. 2001. *Molecular phylogenetics and evolution*, v. **19**, n. 2, p. 236-245.

Stillman J.H., Somero G.N. A comparative analysis of the upper thermal tolerance limits of eastern Pacific porcelain crabs, genus *Petrolisthes*: influences of latitude,

vertical zonation, acclimation, and phylogeny. 2000. *Physiological and Biochemical Zoology*, **73**(2), 200-208.

Thorson G. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. 1950. *Biological Reviews Cambridge Philosophical Society*. 25:1–45.

Thrush S. F. The sublittoral macrobenthic community structure of an Irish sea-lough: effect of decomposing accumulations of seaweed. 1986. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **96**(3), 199-212.

Turra A., Leite F.P.P. Clustering behavior of hermit crabs (Decapoda, Anomura) in an intertidal rocky shore at São Sebastião, Southeastern Brazil. 2000. *Revista brasileira de biologia*, **60**(1), 39-44.

Underwood A.J. Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning? 2000. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 250, 51-76.

Volvelle J. Le tube de Sabellaridae alveolata (L). Annélide polychete hermelidae, et son ciment. Etude écologique, expérimentale, histologique et histochimique. *Arch. Zool. exp. gén.*, 106, p. 1-187.

Wehrtmann I.S., Miranda I., Lizana-Moreno C.A., Hernández P., Barrantes-Echandi V., & Mantelatto F.L. Reproductive plasticity in *Petrolisthes armatus* (Anomura, Porcellanidae): a comparison between a Pacific and an Atlantic population. 2011. *Helgoland Marine Research*, **66**(1), 87.

Wenner A.M. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. 1972. *American Naturalist*, 321-350.

Wilson, D. P. (1971). Sabellaria colonies at Duckpool, North Cornwall, 1961–1970. *Journal of the marine biological Association of the United Kingdom*, **51** (03), 509-580.

Wolcott T.G. Physiological ecology and intertidal zonation in limpets (*Acmaea*): A critical look at “limiting factors.” 1973. *Biological Bulletin*. v. **145**. p. 389–422.