



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

KAROLINE ALMEIDA DA SILVA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Protothaca pectorina* (Lamarck, 1818),  
(BIVALVIA: VENERIDAE) NO LITORAL DE MARAPANIM, PARÁ.**

BELÉM – PA

2014

KAROLINE ALMEIDA DA SILVA

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Protothaca pectorina* (Lamarck, 1818),  
(BIVALVIA: VENERIDAE) NO LITORAL DE MARAPANIM, PARÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador (a): Dra. Rossineide Martins da Rocha

Coorientador: Dr. José Souto Rosa Filho

BELÉM - PA

2014

KAROLINE ALMEIDA DA SILVA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *Protothaca pectorina* (Lamarck, 1818),  
(BIVALVIA: VENERIDAE) NO LITORAL DE MARAPANIM, PARÁ.

Dissertação apresentada ao Programa de Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca cuja banca examinadora foi constituída pelos professores listados abaixo, tendo obtido o conceito

\_\_\_\_\_.

---

Orientador (a):  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Rossineide Martins da Rocha  
Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Coorientador:  
Prof. Dr. José Souto Rosa Filho  
Universidade Federal do Pará - UFPA

Banca Examinadora

---

Dr. César França Braga  
Universidade Federal do Pará – UFPA

---

Prof. Dr. Marko Herrmann  
Universidade Federal Rural da Amazônia –UFRA

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Auxiliadora Pantoja  
Universidade Federal do Pará – UFPA

Dedico aos meus pais, que sempre me apoiaram nessa caminhada e a minha irmã Karla Almeida pelo companheirismo. A professora Rossineide Martins pela orientação.

“Nós, seres humanos, não somos meros beneficiários das demais criaturas,  
mas sim guardiões deles.”

Papa Francisco I

## AGRADECIMENTOS

A Deus que esteve presente em todos os momentos da minha vida, e sem Sua proteção e amparo eu não teria chegado aqui.

Aos meus pais, José Maria Soares e Nazaré Almeida, que mesmo estando longe, sempre dedicaram amor, apoio e incentivo nos momentos que precisei me faltam palavras, mas não sentimentos em expressar meus agradecimentos e admiração.

A minha irmã, Karla Almeida, pelo apoio, carinho e amor concedidos durante todas as fases de minha vida.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rossineide Martins, por seu apoio, orientação e conhecimento repassados durante esse período.

Ao meu amigo Carlos Augusto pelo companheirismo nas coletas, procedimentos de laboratório, sem sua ajuda não chegaria a conclusão desse trabalho. Muito obrigado.

A professora Auxiliadora Pantoja por toda sua contribuição e conhecimento repassado durante todo esse momento.

A senhora Lia Sogab pela ajuda nos procedimentos histológicos em laboratório, aos meus amigos do laboratório Caroline, Yanne, Fabricia, Liziane, Jean, Leonardo, Fernando, Ivana, Juliana pela colaboração no dia-a-dia.

Aos meus amigos de mestrado especialmente Adauto, Hingara, Priscila pela ajuda em nossos momentos acadêmicos e o companheirismo que ainda permanece.

As minhas amigas de longa data, Juliana Santa Brígida, Natasha Leal, Anne Wanderley e Gleice Lani pela paciência e apoio nas horas que mais precisei.

A CAPES pela concessão de bolsa.

Aos professores e membros da banca examinadora.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Obrigado!

## Sumário

<b>1. Introdução geral</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>14</b>
2.1. Objetivo Geral .....	14
2.2. Objetivos Específicos .....	14
<b>3. Referências bibliográficas</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>19</b>
O sucesso reprodutivo de <i>Protothaca pectorina</i> associado às variáveis físico – químicas .....	20
RESUMO .....	20
1. Introdução .....	21
2. Material e Métodos .....	22
2.1. Animais .....	22
2.2. Microscopia de luz .....	22
2.3. Microscopia eletrônica de Transmissão (MET) .....	23
2.4. As variáveis ambientais .....	23
2.5. Análise estatística .....	23
3. Resultados .....	24
4. Discussão .....	30
5. Conclusão .....	33
6. Agradecimentos .....	33
7. Referências bibliográficas .....	34

## Índice de figura

- Fig. 01. Variação sazonal da salinidade e precipitação em Marapanim PA, durante o período de estudo. A – estação chuvosa e B – estação seca .....23
- Fig. 02. Estádio de desenvolvimento gonadal de fêmeas e machos de *Protothaca pectorina*: a - fêmea imatura, b - macho imaturo; c – fêmea em maturação; d – macho em maturação; e - fêmeas maduras; f - macho maduro; femininos g - desovada; h - espermiado. M - manto; F - folículos, T - túbulos espermáticos; L - lúmen; O - oócitos, e Spt – espermatozoide. Barra: a, b, c, e, f, g e h = 50 µm, e d = 100 µm.....27
- Fig. 03. Variação sazonal da salinidade durante os ciclos reprodutivos de machos *P. pectorina* de abril 2012 a março 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.....28
- Fig. 04. A variação sazonal da precipitação pluviométrica durante os ciclos reprodutivos de machos de *P. pectorina* de abril 2012 a março de 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.....28
- Fig. 05. Variação sazonal da salinidade durante os ciclos reprodutivos de fêmeas *P. pectorina* de abril 2012 e março 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.....29
- Fig. 06. A variação sazonal da precipitação pluviométrica durante os ciclos reprodutivos de fêmeas *P. pectorina* de abril 2012 e março 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.....29

## 1. Introdução geral

O Brasil apresenta a segunda maior extensão mundial de áreas de manguezal com 13.400 km<sup>2</sup> (SPALDING *et al.*, 1997), que ocorrem em praticamente todo litoral, desde a Oiapoque no extremo norte do Estado do Amapá (04°30'N) até Laguna (28°30'S) em Santa Catarina (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; FERNANDES *et al.*, 2005). As áreas de manguezais são consideradas de suma importância para uma grande variedade de espécies animais e vegetais, sendo habitado em toda sua extensão por animais microscópios até grandes peixes, aves, répteis e mamíferos (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995), logo apresenta diferentes habitats para as mais diversas associações biológicas. É uma importante região de berçário para vários organismos aquáticos que procuram neste local alimentação, abrigo e área para reprodução (SANTOS *et al.*, 2006).

As flutuações ambientais decorrentes da variação sazonal de pluviosidade que em períodos de maior precipitação, principalmente em regiões costeiras com rios de grande porte, podem afetar as propriedades fisiológicas desses organismos devido as variações na temperatura e na salinidade. As oscilações de salinidade em algumas regiões costeiras decorrentes de diferenças sazonais tem influência decisiva na sobrevivência, na distribuição e na reprodução desses organismos que habitam esses ambientes (SOARES-GOMES *et al.*, 2002; MARQUES, 2004; BEGON *et al.*, 2007).

As assembleias de moluscos são fortemente influenciadas pelas condições ambientais, podendo aumentar sua abundância com a salinidade (*Anomalocardia brasiliiana* em BARROSO & MATTHEWS-CASCON, 2009), e com marés altas (*Corbicula largillierti* em BARROSO & MATTHEWS-CASCON,

2009), e diminuindo com a profundidade (*Protothaca pectorina* em GUÉRON e NARCHI, 2000), (KATHIRESAN e BINGHAM, 2001).

A costa brasileira apresenta uma vasta diversidade de bivalves marinhos infaunais (RIOS, 1994) ou escavadores, que são caracterizados por habitarem a lama e areia, podendo viver embaixo da superfície com escavação rápida e rasa ou adaptar-se a escavação mais profunda (RUPPERT e BARNES, 1996).

Dentre as variedades de moluscos bivalves encontram-se espécies com amplo potencial comercial, como *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786), *Iphigenia brasiliensis* (Lamarck, 1818), *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791), *Protothaca pectorina* (Lamarck, 1818) e a *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791), é a única espécie dentre os bivalves infaunais que existe algum controle de consumo e regulamentação de sua extração, esse controle somente é aplicado no litoral catarinense, especificamente na área da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (REMAPI) no litoral de Santa Catarina (AVEIRO *et al.*, 2011).

Na família Veneridae existem muitos bivalves infaunais que são explorados pelo homem (BOFFI, 1979), entre essas famílias encontramos *Protothaca* (Dall, 1902), que está representada nas Américas com as espécies na costa do Pacífico (ABBOTT, 1974; KEEN, 1971) e na costa do Atlântico (RIOS, 2009; MASSEMIN *et al.*, 2009). No Brasil estão registradas duas espécies, a *P. antiqua* (KING & BRODERIP, 1835), presente no litoral sul do Brasil e a *P. pectorina* (Lamarck, 1818) encontrada de norte a sul da costa brasileira (RIOS, 2009; THOMÉ *et al.*, 2010).

Segundo Guérone Narchi (2000), *Protothaca pectorina* ocorre nas pequenas Antilhas do baixo Caribe como Trinidad e Tobago, Golfo de Paria

(Venezuela), Praia de Seawall em Georgetown (Guiana), Suriname, Caiena (Guiana Francesa) e no Brasil do Pará até Santa Catarina. No litoral brasileiro a *P. pectorina* ocorre em baías e enseadas de águas calmas, vivendo geralmente enterradas em fundo lamosos, próximos a afloramento rochosos, enterrados a cerca de 7 cm da superfície entre as rochas (GUÉRON e NARCHI, 2000).

A espécie é conhecida popularmente na costa paraense pela designação de “sarnambi” (ALCÂNTARA-NETO, 2003). Por apresentar ampla distribuição na costa brasileira recebe outras denominações conforme a região de ocorrência como sernambi, vôngole, berbigão, amêijoas e marisco rei (TEIXEIRA e PAPAVERO, 2006).

*Protothaca pectorina* apresenta características distintas em relação aos demais venerídeos, pela forma de sua concha arredondada e pela presença de escudos apenas na valva esquerda, podendo atingir 44 mm de comprimento ântero-posterior e 40 mm de altura, tamanho máximo encontrado por Rios (1994). Segundo King (1995), a maioria dos bivalves são dióicos, podendo observar esse padrão entre os venerídeos *Anomalocardia brasiliana* (LUZ & BOEHS, 2011), *Protothaca staminea* (SHAW, 1989) e *Protothaca grata* (PIZZARO e CRUZ, 1987).

No sistema reprodutor de algumas espécies como *Protothaca grata* (PIZZARO e CRUZ, 1987) e *Protothaca staminea* (FEDER *et al.*, 1979; SHAW, 1989) as gônadas são pares de coloração esbranquiçada disposta na massa visceral ao redor ou envolvendo o sistema digestivo.

As ostras, mexilhões, amêijoas e vieiras, constituem uma parte importante da produção pesqueira mundial, onde se observa um crescimento constante da produção procedente da pesca e aqüicultura (HELM, BOURNE E

LOVATELLI, 2004). Muitas populações naturais de bivalves já se encontram nos limites máximos sustentáveis e outras até em estado de sobreexploração, devido a captura e a coleta em bancos naturais, sendo o principal fator para esse acontecimento (HELM, BOURNE E LOVATELLI, 2004).

Para um manejo adequado desses recursos, há a necessidade de se conhecer a biologia das espécies para assegurar sua manutenção e renovação natural (ARRUDA-SOARES *et al.*, 1982). Assim se faz necessário o conhecimento da reprodução e ecologia dos organismos por proporcionarem dados de distribuição e de estrutura da população, logo disponibiliza informações necessárias para a obtenção de sementes, para o estabelecimento de épocas de defeso e para a determinação de tamanhos mínimos de captura (SEED, 1976).

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo Geral**

Descrever o ciclo reprodutivo do sarnambi *Protothaca pectorina* em uma área do litoral de Marapanim, nordeste do Estado do Pará.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Descrever os aspectos morfológicos e estruturais das gônadas de *P. pectorina*, definindo seus estádios gonadais durante o ciclo gametogênico.
- Determinar o período de reprodução dessa espécie.
- Determinar a razão sexual
- Identificar as variáveis físico-químicas da água que podem influenciar a época de reprodução da espécie estudada.

### 3. Referências bibliográficas

ABBOTT, R. T. 1974. American Seashells. 2 ed. New York: van Nostrand Reinhold Company. 663 p.

ALCÂNTARA-NETO, C.P. 2003. Moluscos bivalves no Pará: da pesquisa ao cultivo. In: Simposio Amazônia, Cidades e Geopolítica das Águas. Belém. Ed. UEPA, v. único. p. 99-101.

ARRUDA-SOARES, H.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MANDELLI JR., J. 1982. Berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), bivalve comestível da região da Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil: Aspectos biológicos de interesse para a pesca comercial. São Paulo: Boletim Instituto da Pesca v 9, p 21-38.

AVEIRO M. V.; MAGALHAES A. R. M.; TRAMONTE V. L. C. G.; SCHAEFER A. L. C. 2011. Variação sazonal na composição centesimal e reprodução do bivalve de areia *Anomalocardia brasiliiana* da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, Florianópolis/Sc. Atlântica, Rio Grande, 33(1) 5-14.

BARROSO, C. X.; MATTHEWS-CASCON, H. 2009. Distribuição espacial e temporal da malacofauna no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 4(1): 79-86.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas.

BOFFI, A. V. 1979. Moluscos brasileiros de interesse médio e econômico. São Paulo: FAPESP-HUCITEC. 183 p.

FEDER, H. M.; HENDEE, J. C.; HOLMES, J. C.; MUELLER, G. J.; PAUL, A. J. 1979. Examination of a Reproductive Cycle of *Protothaca staminea* using histology, Wet Weight-Dry Weight Ratios and Condition Indices. The Veliger, v. 22 (2), p. 182-187.

FERNANDES, M. E. B.; SILVA, E. F.; LIMA, J. F.; VARELA, E. S.; HERCOS, A. P.; FERNANDES, C. M.; ARRUDA, C. C. B.; GOMES, G.; SANTOS, H.; SOARES, C.; SARAIVA, R. M. 2005. Distribuição espacial das macroalgas associadas às florestas de mangue na península de Ajuruteua, Bragança-Pará. Boletim do Laboratório de Hidrologia, 18, p. 11-17.

GUERÓN, C. O. C.; NARCHI, W. 2000. Anatomia funcional de *Protothaca (Leukoma) pectorina* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae). Revta. bras. Zool., 17(4): p. 1007-1039.

HELM, M. M.; BOURNE, N.; LOVATELLI, 2004. A. Hatchery culture of bivalves. A practical manual. FAO Fisheries Technical Paper. Nº 471. Rome, FAO. 177p.

KEEN, A. M. 1971. Sea Shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford University Press, 1064 p.

KING, M. 1995. Fisheries Biology: Assessment and Management. Fishing News Books. 241 p.

LUZ, J. R. & BOEHS, G. 2011. Reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliana* (Mollusca: Bivalvia: Veneridae) in the estuary of the Cachoeira River, Ilhéus, Bahia. Braz. J. Biol., 71(3):679-686.

MARQUES, C. G. 2004. Aspectos reprodutivos do berbigão *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia: Veneridae) na Enseada de Caraguatatuba, São Paulo – Brasil. São João da Boa Vista, SP: UNIFEOB (Monografia) 67 p.

MASSEMIN, D.; FERREIRA-CORREIA, M.; SOUSA, N. R. 1977. Levantamento da fauna aquática da ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil). I – Mollusca. Boletim do Laboratório de Hidrologia, São Luís, v I, n. I, p. 9-22.

PIZARRO, J. F.; CRUZ, R. A. 1987. Ciclo reproductivo de la almeja *Protothaca grata* (Pelecypoda: Veneridae). Brenesia, San José, v. 27 p. 23-34.

RIOS, E. C. 2009. Compendium of brazilian sea shells. Rio Grande, RS: Evangraf. 676 p.

RIOS, E. C. 1994. Seashells of Brazil. 2 ed. Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande. 492 p.

RUPPERT, E. E.; BARNES, D. R. 1996. Zoologia dos Invertebrados. São Paulo, Rocca, 6ª ed., 1029 p.

SANTOS, V. F. 2006. Ambientes costeiros amazônicos: avaliação de modificações por sensoriamento remoto. Rio de Janeiro: Universidade Fluminense (Tese Doutorado) 306 p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995. Manguezal: Ecosystema entre a terra e o mar. Caribbean Ecological Research. São Paulo, 64p.

SEED, R. Ecology In: BAYNE, B. L. 1976.(Ed.) Marine Mussels: Their Ecology and Physiology. Cambridge Univ. Press. p. 13-65.

SHAW, W. N. 1989. Species profiles: Life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Southwest) – Common littleneck clam. U. S. Fish Wildlife Service Biological Report. 82(11.46) U. S. Army Corps of Engineers, TR EL82-4 11p.

SOARES-GOMES, A.; PAIVA, P. C.; SUMIDA, P. Y. G. 2002. Bentos de sedimentos não-consolidados. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. Biologia Marinha, Interciência, Rio de Janeiro: 127-146 p.

SPALDING M, BLASCO F & FIELD C. 1997. World mangrove atlas. ISME, Okinawa, 178 pp.

TEIXEIRA, D. M.; PAPAVERO, N. 2006. Os Animais do Descobrimento: A Fauna Brasileira Mencionada nos Documentos Relativos à Viagem de Pedro

Álvares Cabral (1500-1501) In: Publicações Avulsas do Museu Nacional. Rio de Janeiro, p. 4-104.

THOMÉ, J. W.; GIL, M. G.; BERGONCI, P. E. A.; TARASCONI, J. C. 2010. As conchas das nossas praias. 2ª ed. Porto Alegre: Redes editoras. 224 p.

## CAPÍTULO I

A publicação está sob as normas da Revista: Anais da Academia Brasileira de Ciências.

## **O sucesso reprodutivo de *Protothaca pectorina* associado às variáveis físico – químicas.**

### **RESUMO**

O presente estudo estabeleceu a relação e a influência dos fatores abióticos e períodos sazonais sobre os estádios de maturação gonadal de *Protothaca pectorina* de um estuário Amazônico. Os meses de coleta foram agrupados em dois períodos: seco e chuvoso. As variáveis físico-químicas foram analisadas mensalmente dentre elas a salinidade, a temperatura, o índice pluviométrico. Um total de 360 indivíduos, 30 espécimes por mês foram coletados no período de abril de 2012 a março de 2013. Após a coleta os indivíduos foram transportados vivos até o laboratório. Foi realizada a morfometria da concha em comprimento ântero-posterior. A gônada foi fixada em solução de Davidson por 24h e posteriormente realizado o processamento histológico. A análise microscópica gonadal de *P. pectorina* permitiu a classificação em quatro estádios de maturação: imaturo, em maturação, maduro e desovado (fêmeas) e espermiado (machos). Com relação aos estádios gonadais e as variáveis físico-químicas da água, apenas a salinidade e a precipitação pluviométrica apresentaram diferenças significativa. No período de baixa salinidade e alta precipitação pluviométrica (período chuvoso) foram encontrados machos espermiados e fêmeas desovadas. No período de alta salinidade e baixa precipitação pluviométrica (período seco) apresentou a maior frequência de fêmeas em maturação e machos maduros. Diante disso, a salinidade e a precipitação pluviométrica afetam diretamente o sucesso reprodutivo da espécie, sendo estes fatores primordiais para a biologia do animal.

Palavras - chaves: Histologia gonadal, Molusco bivalve, fatores ambientais.

## 1. Introdução

A exploração artesanal de organismos bentônicos apresenta uma elevada importância sócio-econômica, constituindo uma expressiva fonte de renda e subsistência para as comunidades tradicionais da zona costeira (CASTILLA & DEFEO 2001).

Um dos organismos bentônico utilizado pela pesca artesanal é a *Protothaca pectorina* (Lamarck, 1818), um molusco bivalve conhecido vulgarmente como sarnambi, berbigão e marisco rei (NARCHI, 1972; RIOS, 2009), pertencente a família Veneridae, ocorre em quase todo o litoral brasileiro desde o Pará até Santa Catarina, em baías e enseadas de águas calmas, vivendo enterradas em fundo lodoso, próximos a afloramento rochosos (RIOS, 1994). Esta família representa uma importante fonte alimentícia, sendo intensamente explorado por populações locais. Apesar de a importância sócio-econômica, dados sobre a reprodução e manejo da espécie na literatura são insuficientes. Contudo o ciclo reprodutivo de várias espécies de bivalves têm sido amplamente estudados (POUVREAU *et al.*, 2000; RODRIGUEZ-RÚA *et al.*, 2003a,b; GIL & THOMÉ, 2004a; MORSAN & KROECK, 2005; SUÁREZ *et al.*, 2005; LUZ & BOEHS, 2011).

De acordo com Nakamura (2010), há necessidade da análise histológica da gônada dos moluscos, por se tratar de um método confiável para analisar o desenvolvimento gonadal e o período de desova, assim sendo possível obter informações reprodutivas para a criação de um período de defeso, estipular um tamanho mínimo para pesca e até mesmo restaurar populações naturais.

O aumento do esforço de pesca, a sobrexploração e a degradação do meio ambiente são fatores relevantes para a diminuição dos estoques

pesqueiros. Portanto o presente trabalho visa estudar a biologia reprodutiva desta espécie, com esse estudo ainda se pode efetuar prognóstico sobre recrutamento da população adulta; subsidiar informações para obtenção de sementes.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Animais**

No período de abril de 2012 a março de 2013 foram coletados mensalmente trinta exemplares de *P. pectorina*, no nordeste do estado do Pará, Brasil (00° 35' 35,4" S e 47° 41' 26,6" W). Os espécimes foram conduzidos vivos para o laboratório, onde foi realizada a morfometria do comprimento (ântero-posterior da concha). Em seguida realizou-se a abertura das valvas para retirada das gônadas e processamento histológico.

### **2.2. Microscopia de luz**

As gônadas foram fixadas em solução de Davidson por 24 horas e submetidas ao processamento histológico de rotina para inclusão em parafina e obtenção dos cortes histológicos em 5µm. Os quais foram corados em Hematoxilina e Eosina (HE), analisados em microscópio óptico Carl Zeiss (Axiostar Plus 1169-151). Após as análises histológicas foram estabelecidos quatro estágios gonadais, de acordo com a classificação proposta por Paixão *et al.* (2013).

### **2.3. Microscopia eletrônica de Transmissão (MET)**

Fragmentos das gônadas foram fixados por 24 horas em solução de Karnovsky com pH 7,4 a 4<sup>o</sup> C e pós fixadas em tetróxido de ósmio a 1%. As amostras foram contrastadas em acetato de uranila (1%), seguido da desidratação em soluções crescentes de acetona e incluídas em Epon. Os cortes ultrafinos foram contrastados acetato de uranila e citrato de chumbo e analisadas em microscópio eletrônico de transmissão (LEO 906 E).

### **2.4. As variáveis ambientais**

Mensalmente foram mensuradas *in situ* salinidade e temperatura (°C), com o auxílio de um refratômetro e um termômetro de mercúrio, respectivamente. Dados de precipitação pluviométrica foram obtidos a partir de dados disponibilizados pela Agência Nacional das Águas da estação meteorológica em Marapanim (ANA, 2013).

### **2.5. Análise estatística**

Para as variáveis físicos e químicas foi realizado ANOVA e o teste de Kruskal-Wallis (K-W) de acordo com os critérios da distribuição normal, seguido de uma análise univariada para testar a relação entre os fatores ambientais e os estádios de desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas. O SIMPER foi utilizado para verificar a contribuição de cada estágio gonadal dentro de cada período sazonal. O teste do Qui-quadrado com a correção de Yates (Snedecor and Cochran, 1980) foi utilizado para determinar a significância da proporção sexual entre machos e fêmeas. Diferenças sexuais

foram consideradas para valores de  $p < 0,05$ . Para tal foram utilizados os programas Estatística V 6.0 e Primer 6.0.

### 3. Resultados

Mensalmente a precipitação variou de 0 a 445,5 mm, sendo estatisticamente significativa entre os períodos seco e chuvoso (SW-W,  $p < 0,05$ ). Salinidade variou 10 -40 também apresentou diferença significativa entre os períodos de coleta (ANOVA,  $p < 0,05$ ). Temperatura da água variou ligeiramente durante o período de estudo, mas não apresentou diferença estatística significativa entre as estações, sendo de 28 e 30 ° C, (Fig. 1).

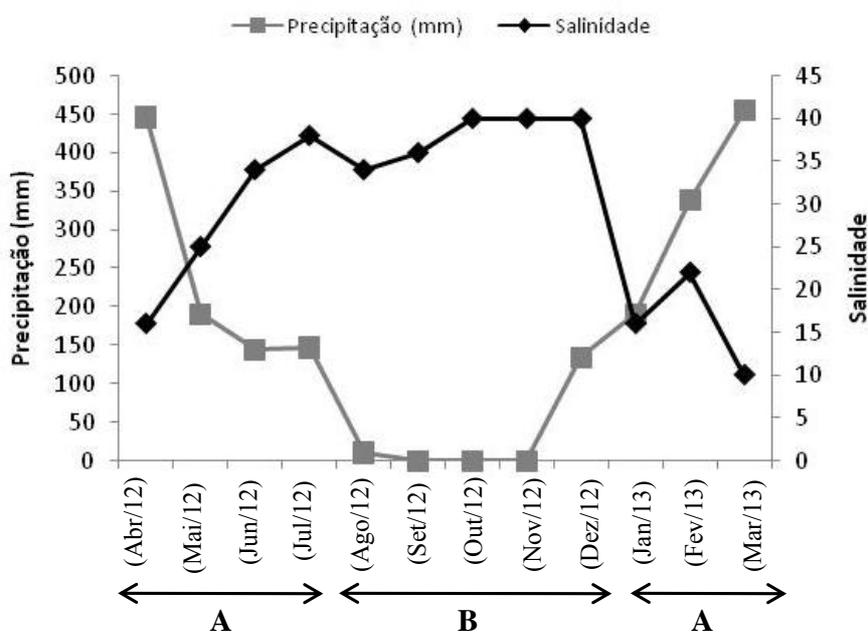


Fig. 01. Variação sazonal da salinidade e da precipitação em Marapanim PA, durante o período de estudo. A – estação chuvosa e B – estação seca.

Um total de 360 indivíduos foi analisado, onde se identificou 133 fêmeas, 156 machos e 34 indiferenciados. Enquanto a proporção sexual favoreceu os machos 1,1:1 não apresentando diferença significativa (qui-quadrado:  $p > 0,05$ ).

Os machos e as fêmeas foram classificados em quatro estágios gonadais. Machos: 1) imaturo o parênquima testicular apresentou túbulos espermáticos irregulares em forma e tamanho, espermatogônias adjacente a parede tubular; 2) em maturação foi caracterizado pela presença de túbulos seminíferos com o lúmen fechado e a predominância de espermatogônias, espermatócitos e espermátides; 3) maduro houve a predominância de espermatozóides e a redução do tecido intersticial; e 4) espermiado caracterizado pela presença de algumas espermatogônias, espermátides e espermatozóides residuais, os túbulos seminíferos apresentaram formas irregulares.

Fêmeas: 1) imatura o parênquima ovariano apresentou poucos folículos contendo oócitos pré-vitelogênicos (tipo I) caracterizado pelo citoplasma escasso e núcleo bem definido, e alguns oócitos em vitelogênese (tipo II) identificado como células basófilas com citoplasma proeminente, e núcleos e nucléolo evidente; 2) em maturação foi caracterizado pela presença de folículos contendo em sua maioria oócitos pré-vitelogênicos (tipo I) e em vitelogênese (tipo II) e alguns vitelogênicos (tipo III) caracterizados por estarem livres no interior do folículo e apresentando um formato regular com citoplasma volumoso, núcleo e nucléolo proeminente; 3) maduro apresentaram predomínio de oócitos vitelogênicos (tipo III) e alguns em vitelogênese (tipo II) ainda aderido na parede folicular; e 4) desovada caracterizada pela presença de folículos vazios em virtude da liberação dos oócitos.

Durante todo o período estudado foram encontradas fêmeas desovadas, e em maturação, exceto no mês de março de 2013 que não foi observada fêmea em maturação. Contudo, a maior frequência desta classe foi observada

em janeiro de 2013. A maior frequência de fêmeas desovadas ocorreu no mês de maio (2012). Fêmeas imaturas foram encontradas no mês de setembro (2012), fevereiro e março (2013). Entre os machos a maior frequência de indivíduos imaturos foi observada nos meses de abril (2012) e março (2013). Machos em maturação e espermiado foram encontrados em todo o período de amostragem. A maior frequência de machos maduros foi encontrada nos meses de junho, julho e agosto (2012).

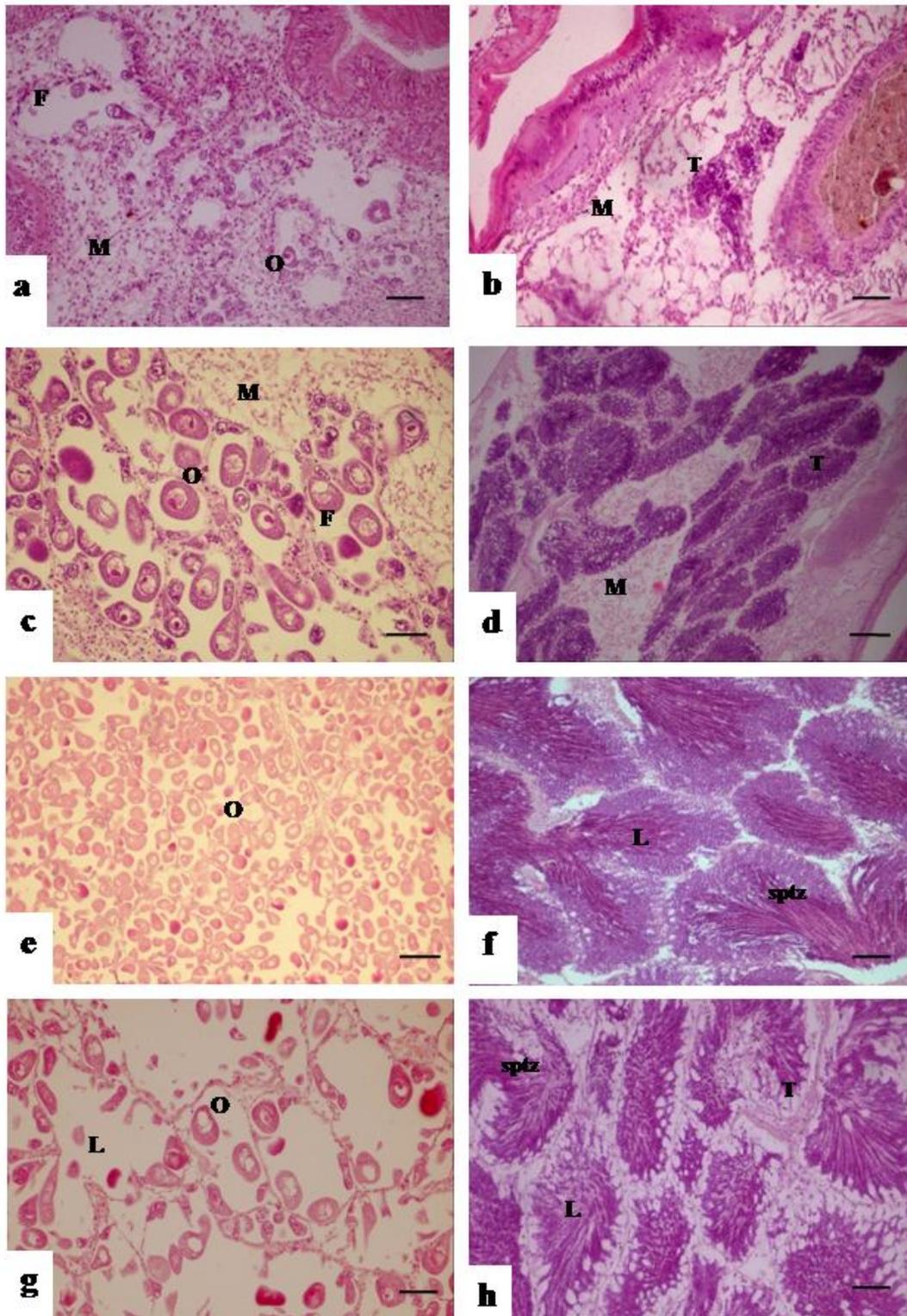


Fig. 02. Estádio de desenvolvimento gonadal de fêmeas e de machos de *P. pectorina*: a - fêmea imatura, b - macho imaturo; c – fêmea em maturação; d - macho em maturação; e - fêmeas maduras; f - macho maturo; g - desovada; h - espermiado. M - manto; F - folículos, T - túbulos espermáticos; L - lúmen; O -

oócitos, e Spt – espermatozóide. Barra: a, b, c, e, f, g e h = 50  $\mu\text{m}$ , e d = 100  $\mu\text{m}$ .

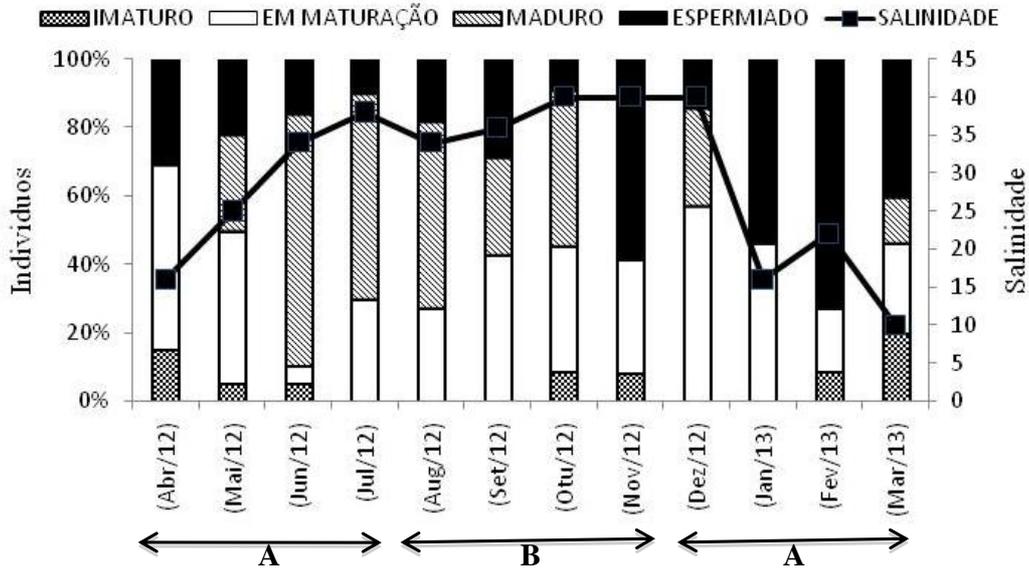


Fig. 03. Variação sazonal da salinidade durante os ciclos reprodutivos de machos *P. pectorina* de abril 2012 a março 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.

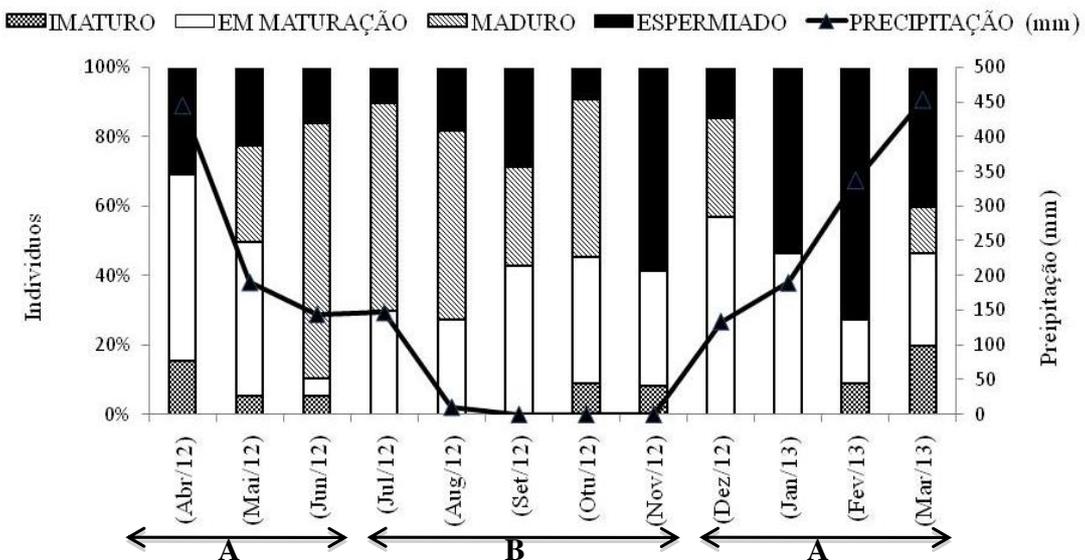


Fig. 04. A variação sazonal da precipitação pluviométrica durante os ciclos reprodutivos de machos de *P. pectorina* de abril 2012 a março de 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.

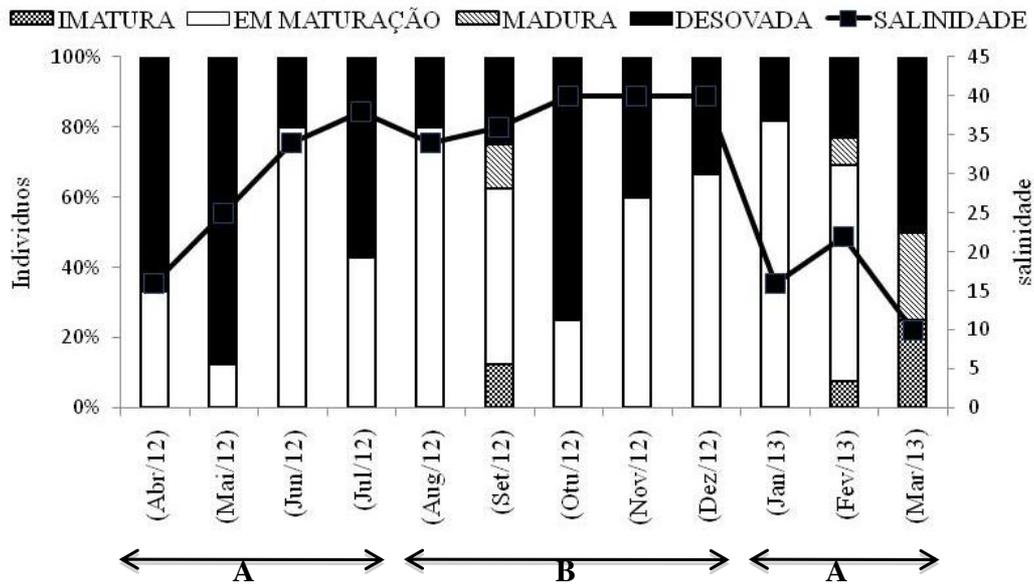


Fig. 05. Variação sazonal da salinidade durante os ciclos reprodutivos de fêmeas *P. pectorina* de abril 2012 e março 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.

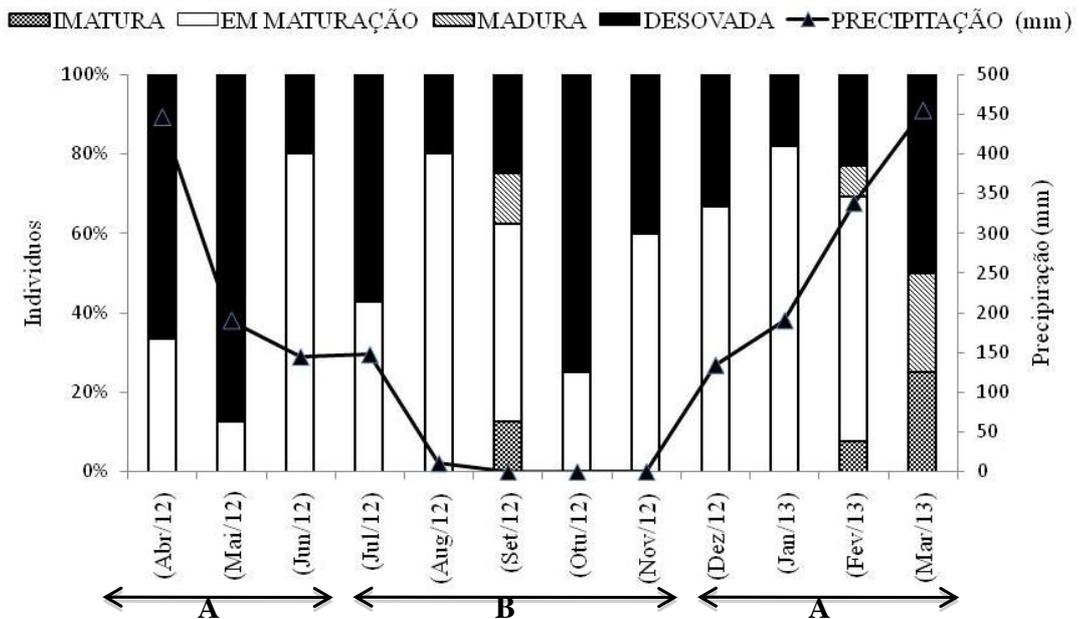


Fig. 06. A variação sazonal da precipitação pluviométrica durante os ciclos reprodutivos de fêmeas *P. pectorina* de abril 2012 e março 2013. A – estação chuvosa e B – estação seca.

Com relação aos estádios gonadais e as variáveis físico-químicas da água apenas a salinidade e a precipitação pluviométrica apresentaram diferenças significativa. No período de baixa salinidade e alta precipitação pluviométrica foram encontrados machos espermiados e fêmeas desovadas, respectivamente. No período de alta salinidade e baixa precipitação pluviométrica apresentou a maior frequência de fêmeas em maturação e machos maduros.

#### 4. Discussão

No presente estudo a *P. pectorina* é dioica, não apresentou dimorfismo sexual externo, sendo necessária análise histológica para a diferenciação e classificação dos estádios gonadais. Em relação a proporção sexual não houve diferença estatisticamente significativa entre machos e fêmeas. Esses resultados diferem daqueles observados em *Anomalocardia brasiliiana* que apresentou predominância de machos (LUZ E BOEHS, 2011) e *Iphigenia brasiliiana*, onde houve predomínio de fêmeas (MESQUITA *et al.*, 2001; CEUTA *et al.*, 2010). Não houve diferenças significativas na proporção sexual *P. pectorina*, embora tenha ocorrido leve predomínio de machos, esse fator pode estar relacionado ao elevado percentual de indivíduos de sexo indeterminados (9,4%) e possivelmente ele tenha mascarado a significância estatística dos machos.

Para diferenciar parênquima gonadal dos indivíduos indeterminados foi utilizada a microscopia eletrônica de transmissão, sendo caracterizada somente a presença de oogônias e espermatogônias. Esses indivíduos não foram considerados como hermafroditas, visto que não apresentaram oócitos em diferentes estádios de maturação e nem espermatozóides. Contrapondo aos resultados observados em *Tagelus plebeius* e *Iphigenia brasiliana* que apresentaram baixo hermafroditismo e presença de células germinativas maduras (CEUTA *et al.*, 2010). Esses autores relacionaram a ocorrência do hermafroditismo com a variação da salinidade ou poluição.

No presente estudo foi sugerido a ocorrência de reversão sexual e não de hermafroditismo, e a reversão sexual pode ser tanto para fêmea quanto para macho. Ela pode estar associada a fatores externo como a salinidade, visto que o percentual destes indivíduos foi observado no período de alta salinidade (julho a outubro de 2012). A dinâmica reprodutiva em bivalves envolve uma intensa atividade metabólica controlada por variáveis físico-químicas como temperatura, pH, salinidade e precipitação pluviométrica (BORZONE *et al.*, 2003; RODRIGUEZ-RÚA *et al.*, 2003b; LUZ e BOESH, 2011; CAMACHO-MONDRAGÓN, 2012; PAIXÃO *et al.*, 2013).

A salinidade e a precipitação foram as variáveis limitantes para a reprodução em *P. pectorina*. A alta salinidade (baixa precipitação pluviométrica) foi observada a maturação da espécie e na baixa salinidade (alta precipitação pluviométrica) foram encontrados indivíduos espermiado e desovado. Estes resultados diferiram daqueles observados em *Crassostrea gasar*, pois a maturação dos gametas ocorreram com baixa salinidade e a liberação destes ocorreu com alta salinidade (PAIXÃO *et al.*, 2013). No presente estudo sugere-

se que esses fatores foram cruciais para a liberação de gametas, que eles serviram de gatilho ou fator estressante para liberação dos gametas.

Ademais o período chuvoso no estuário amazônico influencia diretamente o aumento da composição, da densidade, da biomassa e da diversidade de fitoplâncton (COSTA *et al.*, 2011). Essa produção primária servirá de alimento para as larvas de bivalves durante o seu desenvolvimento. Portanto, o ciclo reprodutivo de *P. pectorina* é influenciado pela interação entre fatores externos como salinidade e precipitação pluviométrica, e os fatores internos estão ligados aos hormônios e a reserva energética (GOSLING, 2003).

A população estudada apresenta sincronia reprodutiva entre machos e fêmeas, o mesmo tem sido observado por Luz e Boehs (2011) na Bahia. Durante o estudo foi verificado que as fêmeas possuem uma liberação total de gametas, enquanto os machos apresentam eliminação parcial. Esse processo indica uma maior eficiência na reprodução da espécie.

## **5. Conclusão**

O sucesso reprodutivo de *P. pectorina* sofre influência da salinidade e da precipitação pluviométrica, onde a alta salinidade favoreceu a maturação da espécie e o aumento da precipitação foi o fator estressante para a liberação dos gametas.

## **6. Agradecimentos**

A FAPESPA por seu suporte financeiro à pesquisa, a CAPES pela concessão da bolsa de estudos, e a Sra. Lia Sogabe, técnica do laboratório de técnicas histológicas UFPA.

## 7. Referências bibliográficas

ANA – Agência Nacional das Águas, 2013. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/PortalSuporte/frmDadosEstacao.aspx?estacao=47005&Ano=2013&tipo=Chuvas> (Acesso em Setembro de 2013).

BORZONE, C. A.; PEZZUTO, P. R. & TAVARES, Y. A. G. 2003. Características histológicas del ciclo reproductivo de *Euvola ziczac* (Linnaeus) (Pectinidae, Bivalvia) del litoral sur-sudeste del Brasil. Rev. Bras. Zool. 20(4):763-772.

CAMACHO-MONDRAGÓN M. A.; ARELLANO-MARTÍNEZ M.; CEBALLOS-VÁZQUEZ B. P., 2012. Particular features of gonadal maturation and size at first maturity in *Atrina Maura* (Bivalvia: Pinnidae). Sci. Mar. 76(3) 539-548.

CASTILLA, J.C.; DEFEO, O. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. Rev. Fish Biol. Fish, 11: 1-30.

CEUTA, LO., BOEHS, G. and SANTOS, JJB., 2010. Hermaphroditism among dioecious *Tagelus plebeius* (Mollusca, Psammobiidae) and *Iphigenia brasiliana* (Mollusca, Donacidae) on the Cachoeira River Estuary, Ilhéus, Bahia, Brazil. Braz. J. Biol., vol. 70, no. 1, p. 125-127.

COSTA, V.B., SOUSA, E.B., PINHEIRO, S.C.C., PEREIRA, L.C.C., COSTA, R.M., 2011. Effects of a high energy coastal environment on the structure and

dynamics of phytoplankton communities (Brazilian Amazon littoral). J. Coast. Res.64, 354-358.

GIL, G. M. & THOMÉ, J. W. 2004a. Descrição do ciclo reprodutivo de *Donax hanleyanus* (Bivalvia, Donacidae) no sul do Brasil. Iheringia, Sér. Zool.94(3):271-276.

GOSLING, E., 2003. Bivalve mollusks: biology, ecology and culture. Reproduction, Settlement and Recruitment. Fish. News Books, Oxford-UK, pp. 131–161.

LUZ, J. R. & BOEHS, G. 2011. Reproductive cycle of *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca: Bivalvia: Veneridae) in the estuary of the Cachoeira River, Ilhéus, Bahia. Braz. J. Biol., 71(3):679-686.

MORSAN E.M. and KROECK M.A. (2005) Reproductive cycle of purple clam, *Amiantis purpurata* (Bivalvia: Veneridae) in northern Patagonia (Argentina). J. Mar. Biol. Ass. U. K., 85, 367–373.

NAKAMURA, Y., NAKANO, T., YURIMOTO, T., MAENO, Y., KOIZUMI, T., TAMAKI, A., 2010. Reproductive cycle of the venerid clam *Meretrix lusoria* in Ariake Sound and Tokyo Bay, Japan. The Japanese Society of Fisheries Science, 76: 931–941.

NARCHI, W., 1972. Comparative study of the functional morphology of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) and *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia, Veneridae). Bull. Mar. Sci. vol. 22, no. 3, p. 643-670.

PAIXÃO L., FERREIRA M. A., NUNES Z., FONSECA-SIZO F., ROCHA R., 2013. Effects of salinity and rainfall on the reproductive biology of the mangrove oyster (*Crassostrea gasar*): Implications for the collection of broodstock oysters. Aquaculture 380–383, 6–12.

POUVREAU, S.; GANGNERY, A.; TIAPARI, J.; LAGARDE, F.; GARNIER, M. & BODOY, A. 2000. Gametogenic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteriidae), cultivated in Takapoto atoll (French Polynesia). Aquat. Living Resour. 13(1):37-48.

RIOS, E.C. 1994. Seashells of Brazil. 2 ed. Editora da FURG, Rio Grande.

RIOS, EC., 2009. Compendium of Brazilian Seashells. Rio Grande: Evangraf. 676 p.

RODRÍGUEZ-RÚA, A.; PRADO, M. A. & BRUZÓN, M. A. 2003a. Estudio del ciclo reproductor de *Chamelea gallina* (L., 1758) (Mollusca: Bivalvia) em tres poblaciones del litoral andaluz. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 19(1-4):57-63.

RODRÍGUEZ-RÚA, A.; PRADO, M. A.; ROMERO, Z. & BRUZÓN, M. A. 2003b. The gametogenic cycle of *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) (Mollusca: Bivalve) in Guadalquivir estuary (Cádiz, SW Spain). *Aquaculture* 217:157-166.

SEED, R. Ecology In: BAYNE, B. L. (Ed.) *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*. Cambridge Univ. Press. p. 13-65. 1976.

SUÁREZ, M.; ALVAREZ, C.; MOLIST, P. & SAN JUAN, F. 2005. Particular aspects of gonadal cycle and seasonal distribution of gametogênico stages of *Mytilus galloprovincialis* cultured in the estuary of Vigo. *J. Shellfish Res.* 24(2): 531-540.