



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

DALILA COSTA SILVA

**DINÂMICA POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE
PETROLISTHES ARMATUS GIBBES, 1850 (CRUSTACEA; PORCELLANIDAE) DO
ESTUÁRIO DE MARAPANIM, LITORAL AMAZÔNICO**

BELÉM-PA

2011

DALILA COSTA SILVA

**DINÂMICA POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE
PETROLISTHES ARMATUS GIBBES, 1850 (CRUSTACEA; PORCELLANIDAE) DO
ESTUÁRIO DE MARAPANIM, LITORAL AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli

BELÉM-PA

2011

DALILA COSTA SILVA

**DINÂMICA POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE
PETROLISTHES ARMATUS GIBBES, 1850 (CRUSTACEA; PORCELLANIDAE) DO
ESTUÁRIO DE MARAPANIM, LITORAL AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora:

Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli
Universidade Federal do Pará (ICB/UFPA, Belém)

Banca examinadora:

Profa. Dra. Flávia Lucena Frédou – Membro titular
Departamento de Pesca – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Prof. Dr. Fernando Araújo Abrunhosa – Membro titular
Universidade Federal do Pará (IECOS/UFPA, Bragança)

Prof. Dr. Ricardo Coutinho – Membro titular
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM, Rio de Janeiro)

Prof. Dr. James Tony Lee – Membro suplente
Universidade Federal do Pará (ICB/UFPA, Belém)

APOIO



Laboratório de Biologia Pesqueira
e Manejo dos Recursos Aquáticos



FONTE FINANCIADORA:



Projeto CT-Amazônia
BIODECA

*Dedico este trabalho mais uma vez à minha família,
aos meus amados pais, Antônio e Irenice, que sempre
me ensinaram a lutar pelos meus sonhos; e minhas irmãs, Débora e Dinara.*

“Ser feliz é reconhecer que vale a pena viver apesar de todos os

desafios,

incompreensões e períodos de crise.

Ser feliz é deixar de ser vítima dos problemas

e se tornar um autor da própria história.

É atravessar desertos fora de si,

mas ser capaz de encontrar um oásis

no recôndito da sua alma.

É agradecer a Deus a cada manhã pelo milagre da vida.

Ser feliz é não ter medo dos próprios sentimentos.

É saber falar de si mesmo.

É ter coragem para ouvir um "não".

É ter segurança para receber uma crítica,

mesmo que injusta.

Pedras no caminho?

Guardo todas, um dia vou construir um castelo...”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sempre guiado meus passos ao longo desta caminhada e me dado forças para enfrentar as dificuldades.

À minha família, meus pais Antônio e Irenice e minhas irmãs Débora e Dinara, pelo apoio, incentivo, amor e por acreditarem e confiarem em mim. Amo vocês!

Agradeço muitíssimo à Prof. Dra. Jussara Martinelli, que é um grande exemplo de pessoa, professora, orientadora e amiga. Agradeço por ter acreditado e confiado nesse trabalho; pelos conselhos, incentivo, ensinamentos, paciência e por fazer do nosso grupo “GPFECA” uma grande família.

Agradeço à amiga Andréia (Deinha) por ser essa pessoa maravilhosa, que está sempre disposta a nos ajudar e apoiar, que nos incentiva e ensina, por ser a nossa “mãezinha”. Obrigada Déia, por todo esforço, ajuda que você me deu, principalmente na reta final deste trabalho.

Às minhas pra sempre amigas Danielle e Leiliane, por esses sete anos de amizade, carinho, companheirismo, incentivo, apoio. Amo vocês de coração e espero levar nossa amizade até ficarmos velhinhas! Obrigada por toda ajuda, nem sei como agradecer!

À querida amiga Danielly (Danizinha), a qual não poderia deixar de existir em nossa vida, pois você é singular (principalmente nos seus momentos Danês) grande exemplo de pessoa, amiga, mulher, pesquisadora. Te admiro muito!

À minha maninha caçula Ana Carolina (Carol) por toda ajuda sem esforços, pelo grande coração, pela alegria, pela dedicação. Sua ajuda foi essencial a esse estudo. Obrigada minha linda, gosto muito de você!

À amiga Bianca por toda ajuda que você me deu, mesmo estando super ocupada com sua tese, sempre que precisei de sua ajuda você sempre arranjava um tempinho. Muito obrigada Bianca, você é uma das pessoas que procuro me espelhar sempre, te admiro pela pessoa que és!

Às minhas maninhas e maninho do Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia (GPECA): Alyne, Lene, Priscila e Hebert, por todos os momentos compartilhados, pela ajuda, amizade e companheirismo e carinho.

Agradeço ao grupo a qual faço parte, GPECA, pela grande família que nos tornamos. Amo todos vocês!

Ao meu amor, Marcus, que segurou a barra junto comigo, pela paciência, pelo incentivo, atenção, compreensão e carinho e por todos os momentos que passamos juntos.

À Vanessa que é simplesmente uma grande amiga. Obrigada por toda a ajuda, preocupação, cuidado, dedicação e amizade, principalmente na disciplina de campo. Você é um anjo! Amiga, valeu de verdade!

Ao Allan por ser sempre atencioso e prestativo e pela amizade. Obrigada por confeccionar os materiais que utilizei para as coletas. Você é um grande amigo!

Agradeço à minha turma de Mestrado 2009, pelos momentos que estivemos juntos durante nossas disciplinas, pelas amizades que fiz e que espero que perdurem.

Agradeço à amiga Ana Paula (Paulinha), pela amizade e por toda paciência comigo, principalmente nas aulas de dinâmica!

Às amigas Alany, Milena e Mayumi, companheiras e amigas que conquistei nesses últimos anos.

À amiga Morgana e aos amigos Roberto e Gil, pela amizade e força que sempre me deram;

Ao prof Dr. James Lee e à prof^a. Dra. Victoria Isaac pelas críticas, sugestões e contribuições na defesa do Plano de qualificação.

Ao prof. Dr. Ricardo Coutinho, ao prof. Dr. Fernando Abruinhosa, à prof^a. Dra. Flávia Lucena e ao prof. Dr. James Lee pelo aceite em compor a banca examinadora desta dissertação.

A todos que participaram das coletas de campo: Ruan, Lodney, Douglas, Rory, Wander, Paulo, Daniel, Jairo, Bruno, Sílvio, Tomasso, à Cássia e Fabíola, pela ajuda e apoio;

À Natália e a Néia por prepararem nossa comida quando voltávamos morrendo de fome da coleta;

À Lyá (tia do Victor), por nos ter cedido a casa com toda boa vontade e simpatia;

Ao “Seu” João por sempre ter nos recebido tão bem em Marudá;

Ao Anderson por nos levar na Combi. Quanta bagunça!!!

Aos pescadores que trabalharam conosco nas coletas e as tornaram sempre alegres e divertidas: “Seu” Teixeira, Yure, Beraba, Ito, Rafael, “Seu” Bereco, “Seu” Osmarino, Janjão, Louro e Edilson.

Agradeço a todas as pessoas do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos;

Agradeço ao projeto CT-Amazonia 32/2005 BIODUCA/CNPq (Processo n. 553106/2005-8) pelo financiamento.

Ao CNPq pelo financiamento da Bolsa de Iniciação Científica PIBIC, concedida nos períodos de agosto de 2005 a julho de 2006 e no período agosto de 2006 a julho de 2007 e à CAPES pela bolsa de mestrado.

À Universidade Federal do Pará através do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos, por promover o desenvolvimento deste trabalho com sua infra-estrutura.

Agradeço ao Programa de Ecologia Aquática e Pesca e à todos os discentes que contribuíram para minha formação.

À Sr^a Andreína da Agência Nacional das Águas por ter me cedido os dados de precipitação de Marapanim e à Lilianne Pirker do Sistema de proteção da Amazônia – SIPAM, pela confecção do mapa da região de estudo.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este se concretizasse.

Meu muito obrigada de coração!!!

SUMÁRIO

FONTE FINANCIADORA:.....	i
CAPÍTULO GERAL.....	10
INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO 1: Distribuição espaço-temporal de <i>Petrolisthes armatus</i> Gibbes, 1850 (Anomura: Porcellanidae) em afloramentos rochosos de um estuário amazônico, Brasil	19
RESUMO.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
RESULTADOS.....	24
DISCUSSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPÍTULO 2: Densidade larval e de adultos de <i>Petrolisthes armatus</i> (Gibbes, 1850) (Anomura, Porcellanidae) presentes em um estuário amazônico, Pará, Brasil.....	38
Abstract.....	38
1. Introdução.....	39
2. Material e Métodos.....	40
3. Resultados.....	44
4. Discussão.....	50
Referências.....	53
CAPÍTULO 3: Dinâmica populacional de <i>Petrolisthes armatus</i> (Gibbes, 1850) em um estuário equatorial amazônico.....	62
RESUMO.....	62
INTRODUÇÃO.....	62
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS.....	67
DISCUSSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
ANEXO 1.....	82

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi elaborada conforme formatação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, sendo separada em capítulos, contendo um capítulo geral e mais três capítulos no formato de artigos.

O capítulo geral contém uma breve introdução sobre a biologia do porcelanídeo *Petrolisthes armatus* baseada na literatura disponível.

O capítulo 1 verificou a flutuação da densidade populacional de *P. armatus* ao longo do ano e em relação a um gradiente de salinidade de um estuário amazônico brasileiro.

O capítulo 2 investiga simultaneamente a relação da densidade larval e de adultos de *Petrolisthes armatus*.

O capítulo 3 relata alguns aspectos da dinâmica populacional de *P. armatus* em um estuário na Região Equatorial do Atlântico Ocidental, ressaltando a importância deste trabalho para efetuar comparações desta população em diferentes latitudes.

Ao final, apresenta-se os principais avanços encontrados, ampliando o conhecimento existente sobre a espécie.

CAPÍTULO GERAL

INTRODUÇÃO

O ambiente estuarino se caracteriza pela influência de águas marinhas e doces, além de receber descargas sedimentológicas de ambos tornando-o assim um ambiente com determinados padrões de grande mistura e circulação de água, transformando-o dessa maneira em um ecossistema altamente produtivo (MCLUSKY e ELLIOTT, 2004).

Entre os ecossistemas costeiros, os costões rochosos da região do entremarés por serem altamente dinâmicos do ponto de vista espaço-temporal, são ambientes propícios ao habitat de diversos animais sejam eles sésseis ou vágéis (BERTNESS, 1999). Segundo Coutinho (2002) nesses habitats são encontradas muitas espécies de interesse econômico e importância ecológica, como por exemplo mexilhões, ostras, crustáceos e peixes.

O meio bentônico apresenta um forte efeito estruturador, regulando ou modificando a maioria dos processos físicos, químicos e biológicos em ecossistemas estuarinos (DAY *et al.*, 1989). A comunidade bentônica abriga organismos de variados tamanhos e que podem ser classificados como macrobentos e meiobentos (organismos retidos por uma malha de peneira de 0,5 mm e 0,062 mm, respectivamente) e também o microbentos (onde são incluídos bactérias, protozoários e microalgas). Podem ser encontrados no macrobentos os anomuros Porcellanidae, que são crustáceos distribuídos mundialmente, com exceção das regiões polares, ocorrendo em águas tropicais, subtropicais e temperadas de todos os oceanos. A maioria das espécies de porcelanídeos é proveniente de águas costeiras, da região litoral e do sublitoral, localizam-se em ambientes úmidos e nunca ficam expostos diretamente (VELOSO, 1999).

O porcelanídeo *Petrolisthes armatus* Gibbes, 1850, é um Decapoda da Subordem Pleocyemata Burkenroad, 1963, a qual os indivíduos pertencentes a esta Subordem se caracterizam por manterem seus ovos grudados no abdômen e por utilizarem seus pleódopos para carregá-los ou para promover a circulação da água ao seu redor (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2005). Inseridos na Infraordem Anomura MacLeay, 1838, os porcelanídeos que compõem a família Porcellanidae Haworth, 1825 são os que mais se assemelham a um caranguejo (Brachyura), devido ao processo de

carcinização bastante acentuado, do que a um ermitão (*Anomura*). A inclusão nesta Infraordem se dá principalmente por apresentarem o quinto pereiópodo muito reduzido.

Petrolisthes armatus é um Decapoda Anomura do Atlântico Sul que recentemente invadiu o oeste do Atlântico Norte e leste do Pacífico. Ocorre na Carolina do Norte, Flórida, Golfo do México, Antilhas e Colômbia (oeste do Atlântico Norte) e em Senegal (à leste do Atlântico Norte). No Atlântico Sul distribui-se na costa brasileira desde Maranhão até Santa Catarina (porção oeste) e, em Angola e Ilha de Ascensão (porção leste). No Pacífico, estende-se desde o Golfo da Califórnia até Costa Rica, ocorrendo também nas Ilhas Galápagos e Peru (OLIVEIRA e MASUNARI, 1995; KNOTT *et al.*, 1999; KNOTT e KING, 2000; HOLLEBONE e HAY, 2007a; MIRANDA e MANTELATTO, 2009).

A zona costeira dos estados do Piauí, Maranhão, Pará e Amapá abriga uma extensa área estuarina (cerca de 50% do total). Os estudos de Kempf *et al.* (1967), Kempf (1970) e Aller e Aller (1986) são algumas das referências básicas sobre a macrofauna bentônica da Amazônia e nordeste brasileiro (AMARAL e JABLONSKI, 2005). Apesar disso, a fauna bentônica destas áreas, principalmente com relação aos crustáceos decápodes, continua como uma das menos conhecidas.

De acordo com Rodriguez *et al.* (2005) existem cerca de 280 espécies de porcelanídeos, distribuídos em 30 gêneros. No Brasil há registros de sete (7) gêneros e de 23 espécies de Porcellanidae VELOSO e MELO, 1993; MELO, 1999; ALVES *et al.*, 2006), sendo que no Pará há a ocorrência de cinco (5) gêneros e nove (9) espécies: *Megalobrachium mortenseni* (Haig, 1962), *Minyocerus angustus* (Dana, 1852), *Pachycheles ackleianus* (A. Milne-Edwards, 1888), *Pachycheles greeleyi* (Rathbun, 1900), *Pachycheles rugimanus* (A. Milne Edwards, 1880), *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850), *Petrolisthes galathinus* (Bosc, 1801–1802), *Porcellana sayana* (Leach, 1820) e *Porcellana sigsbeiana* (A. Milne Edwards, 1880), sendo *Petrolisthes armatus* registrada pela primeira vez na zona costeira paraense no final do século passado (BARROS *et al.*, 1997).

Algumas espécies de *Petrolisthes* suportam ampla variação de salinidade ocorrendo em estuários, mangues e até em águas com baixa salinidade (VELOSO, 1999). Esses organismos bentônicos são importantes para a transformação e reciclagem de detritos, material orgânico dissolvido e nutrientes depositados no fundo, provenientes da coluna d'água, além de constituírem parte da cadeia trófica bentônica.

As publicações acerca de *P. armatus* são relativamente recentes e multidisciplinares, exceto trabalhos de taxonomia e distribuição geográfica. Um dos primeiros trabalhos data da década de 1930, no qual Welsh e Haskin (1939) estudaram o efeito da acetilcolina e autotomia nesse decápode. Anos depois um estudo do desenvolvimento de *Petrolisthes armatus* sob condições laboratoriais foi realizado por Gore (1972) e Roesijad *et al.* (1973) observaram os efeitos do cloreto de mercúrio e o regulamento do íon de cloreto na sobrevivência da espécie. Em 1974, este último grupo de trabalho verificou a sobrevivência e o regulamento de íon de cloreto no organismo desse anomuro quando exposto ao mercúrio. Na década seguinte surgiram outros estudos com essa espécie: Gore (1982), que realizou um estudo sobre os caranguejos porcelanídeos da costa do México e América Central, Hiroki e Mendes (1986) que estudaram aspectos do metabolismo desse porcelanídeo, e Campos-González e Macías-Chávez (1987) abordando as fases pós-planctônica de *Petrolisthes armatus* como comensal de um gastrópode no alto do Golfo da Califórnia, México, trabalho este onde já é possível notar um interesse ecológico em relação a esse crustáceo.

Nos últimos dez anos o número de publicações abordando aspectos biológicos e/ou ecológicos aumentou substancialmente. A distribuição de *P. armatus* na costa sul dos Estados Unidos e Costa Rica foi amplamente reportada (HARTMAN e STANCYK, 2000; DÍAZ-FERGUSON e VARGAS-ZAMORA, 2001; HARTMAN *et al.*, 2002; RODRÍGUEZ *et al.*, 2005; HOLLEBONE e HAY 2007b; 2008) e em recente estudo Mantelatto *et al.* (2011) confirmaram a validade da espécie contradizendo alguns trabalhos na literatura que atribuía à *P. armatus* um complexo de espécies.

O desenvolvimento embrionário de *Petrolisthes robsonae* e *Petrolisthes armatus* foi descrito por Garcia-Guerrero e Hendrickx (2005) e Díaz-Ferguson *et al.* (2008) fizeram observações sobre a larva de *P. armatus* coletados no Golfo da Nicoya, Costa Rica. A dinâmica populacional desse crustáceo no Atlântico Sul foi abordada por Oliveira e Masunari em 1995, por Hollebone e Hay (2007a) e Miranda e Mantelatto (2009), além disso, um dos trabalhos pioneiros no Brasil foi sobre o uso de armadilha para captura de Porcellanidae na Ilha do Farol, Paraná (OLIVEIRA *et al.*, 1995).

Demais trabalhos a respeito da dinâmica, estrutura populacional e ecologia de *P. armatus* estão disponíveis apenas como resumos de congressos (OLIVEIRA, 1994; BROMBAL *et al.*, 1996; MIRANDA e MANTELATO, 2006a, 2006b, 2008; WEHRTMANN *et al.*, 2006, 2007).

Os estudos que se referem aos aspectos reprodutivos, ao crescimento e à longevidade, são de suma importância para o entendimento do ciclo de vida das espécies. No entanto, há uma considerável escassez de trabalhos relacionados a esses aspectos, especificamente em relação à *Petrolisthes armatus* na região norte brasileira.

Para a zona costeira paraense, os únicos trabalhos com *Petrolisthes armatus* são os que registraram pela primeira vez a ocorrência da espécie na região (BARROS *et al.*, 1997), o que estudou as larvas de Porcellanidae no estuário do Rio Caeté em Bragança (CARVALHO, 2003), e o que descreveu a morfologia e o funcionamento estomacal de larvas e pós-larvas de *P. armatus* na Ilha de Canela, Bragança (LIMA *et al.*, 2005). Os demais estudos realizados com esta espécie no Brasil estão restritos à zona costeira da Região Subtropical.

A escolha desta espécie foi baseada na falta de informação a respeito da dinâmica populacional na região equatorial e também no fato dela ser a espécie dominante na comunidade bentônica dos costões rochosos do estuário de Marapanim (Pará), além de ter uma parcela de importância na alimentação de peixes como observado no trabalho de Monteiro *et al.* (2009) no estuário do Rio Curuçá, no qual foi encontrado um percentual de 33,6 % de *Petrolisthes armatus*, no conteúdo estomacal do peixe *Lutjanus jocu* (carapitanga), constituindo elemento importante na cadeia trófica aquática deste ecossistema.

Este é o primeiro trabalho sobre a dinâmica populacional e distribuição espacial de *P. armatus* em um estuário na Região Equatorial do Atlântico, o que ressalta a importância deste trabalho para efetuar comparações desta população em diferentes latitudes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLER, J.Y. e R.C. ALLER. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparison to the shelf off the Changjiah River, East China Sea. **Continental Shelf Research**, 6: 291-310. 1986.

ALVES, D.F.R.; COBO, V.J. e MELO, G.A.S. Extension of the geographical distribution of some brachyuran and porcellanid decapods (Crustacea) to the coast of the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1280-1283. 2006.

AMARAL, A.C.Z. e JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, 1(1): 44-51. 2005.

BARROS, M.P.; PIMENTEL, F.R. e SILVA, S.S.B. Ocorrência de *Lysiosquilla scabricauda* (Lamack, 1818) (Stomatopoda, Lysiosquillidae) e *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Porcellanidae), no estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia**, 13(1): 21-24. 1997.

BERTNESS, M.D. **The ecology of Atlantic shorelines**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1999. 465p.

BROMBAL, J.C.; RIBEIRO-CHAVES, A.M.; VALADARES, G.F. e LEITE, F.P.P. Distribuição e Estrutura Populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda: Anomura: Porcellanidae) em Praias Rochosas do Litoral do Sudeste do Brasil. In: XI Simpósio de Biologia Marinha. 1996. São Paulo. **Resumos do XI Simpósio de Biologia Marinha**. 1996. São Sebastião, São Paulo: USP/CEBIMar. 1996. p. 22.

CAMPOS-GONZÁLES E. e MACÍAS-CHÁVEZ, L.J. Fases postplanctônicas de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Porcellanidae) comensales con la lapa *Crucibulum (Crucibulum) spinosum* (Sowerby) (Gastropoda, Calyptraeidae) en el Alto Golfo de California, México. **Revista de Biología Tropical**, 35(2): 241-244. 1987.

CARVALHO, A.S.S. **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. 2003. 28p.

COUTINHO, R. Bentos de costões rochosos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p. 147-157.

DAY Jr., J.W.; HALL, C.A.S.; KEMP, W.M. e YÑEZ-ARANCIBIA, A. 1989. **Estuarine Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1989. 558p.

DÍAZ-FERGUSON, E. e VARGAS-ZAMORA, J.A. Abundance of *Petrolisthes armatus* (Crustacea: Porcellanidae) on a tropical estuarine intertidal rocky beach, Gulf of Nicoya estuary, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, 49(2): 97-101. 2001.

DIAZ-FERGUSON, E., ARROYO, D., MORALES, A. e VARGAS, J.A. Observations on the larvae of the tropical marine crab *Petrolisthes armatus* in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, 56(3): 1209-1223. 2008.

ESPÍRITO SANTO, R.V.; ISAAC, V.J.; SILVA, L.M.A.; MARTINELLI, J.M.; HIGUCHI, H. e SAINT-PAUL, U. **Peixes e camarões do estuário do litoral bragantino, Pará, Brasil**. 268p. 2005. ISBN: 3-00-016910-5

GARCIA-GUERRERO, M.U. e HENDRICKX, M.E. Embryology of decapod crustaceans, II: Gross embryonic development of *Petrolisthes robsonae* Glassell, 1945 and *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). **Crustaceana**, 78: 1089-1097. 2005.

GORE, R.H. *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850): The development under laboratory conditions of larvae from a Pacific specimen (Decapoda: Porcellanidae). **Crustaceana**, 22(1): 68-83. 1972.

GORE, R.H. Porcellanid Crabs from the Coasts of Mexico and Central America (Crustacea: Decapoda: Anomura). **Smithsonian Contributions to Zoology**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1982. 34p.

HARTMAN, M.J. e STANCYK, S.E. Distribution of an invasive anomuran decapod, *Petrolisthes armatus*, in the north inlet-Winyah Bay National Estuarine Research Reserve on the South Carolina coast. **American Zoologist**, 40(6): 1047-1047. 2000.

HARTMAN, M.J.; STANCYK, S.E. e LOHRER, A.M. Native predators and the success of a newcomer *Petrolisthes armatus*, the green porcelain crab to an oyster reef ecosystem in North Inlet, SC. Annual Meeting of the Society-for-Integrative-and-Comparative-Biology. jan. 02-07, Anaheim, California. **Integrative and Comparative Biology**, 42(6):1241-1241. 2002.

HIROKI, K. e MENDES, E.G. *Petrolisthes armatus* (Crustacea, Anomura) - Metabolic regulator or metabolic conformist. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 58(3): 501. 1986.

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

_____. Propagule pressure of an invasive crab overwhelms native biotic resistance. **Marine Ecology Progress Series**, 342: 191-196. 2007b.

_____. An invasive crab alters interaction webs in a marine community. **Biological Invasions**, 10: 347-358. 2008.

KEMPF, M. Notes on the benthic bionomy of N.E. Brazilian shelves. **Marine Biology**, 5: 213-214. 1970.

KEMPF, M.; COUTINHO, P.N. e MORAES, J.O. Plataforma continental do norte e nordeste do Brasil: nota preliminar sobre a natureza do fundo. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, 9/11: 9-26. 1967.

KNOTT, D.; BOYKO, C. e HARVEY, A. Introduction of the green porcelain crab, *Petrolisthes armatus* (Gibbes 1850), into the South Atlantic Bight. In: PEDERSON, J. (ed). **Marine bioinvasions: Proceedings of the First National Conference**, January 24–27. MIT Sea Grant College Program, Cambridge, Massachusetts. 1999.

KNOTT, D.M. e KING, R.A. *Petrolisthes armatus* - an introduced species in the South Atlantic Bight?. **Southeastern Regional Taxonomic Center**. 2000. Disponível em: <<http://www.dnr.sc.gov/marine/sertc/P%20armatus%20SOM.pdf>>. Acessado em: 17 fev. 2010.

LIMA, J.F.; ABRUNHOSA, F. e MELO, M.A. Development and functional morphology of the foregut of larvae and postlarvae of *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Porcellanidae). **Revista Ciência Agronômica**, 36(3): 290-294. 2005.

MANTELATTO, F.L.; PILEGGI, L.G.; MIRANDA, I. e WEHRTMANN, S. Does *Petrolisthes armatus* (Anomura, Porcellanidae) form a species complex or are we dealing with just one widely distributed species? **Zoological Studies**, 50(3): 372-383. 2011.

McLUSKY, D.S. e ELLIOT, M. The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management. Oxford. University Press, Oxford. 3 ed. 224p. 2004. ISBN: 0198525087

MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea**. Plêiade/FAPESP, São Paulo. 1999. 551p.

MIRANDA, I.S. e MANTELATTO, F.L. Aspectos Reprodutivos de *Petrolisthes armatus* (Crustacea, Porcellanidae) em São Sebastião, SP. In: XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia, 2006. Londrina, Paraná. **Resumos do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia**, v. 1, p. 8. 2006a.

_____. Dinâmica Populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Anomura, Porcellanidae) em São Sebastião, litoral norte de São Paulo. In: IV Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 2006. Guarapari, Espírito Santo. **Resumos do IV Congresso Brasileiro sobre Crustáceos**. 2006b.

_____. Seria a população de *Petrolisthes armatus* (Porcellanidae) afetada negativamente pela presença de *Aporobopyrus curtatus* (Bopyridae)? In: V Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 2008. Gramado, Rio Grande do Sul. **Resumos do V Congresso Brasileiro sobre Crustáceos**, 1: 85-85. 2008.

_____. Estimating population features of the anomuran crab *Petrolisthes armatus* (Porcellanidae) in a remaining and impacted mangrove area of the western Atlantic. **Journal of Natural History**, 43(33-34): 2027-2039. 2009.

MONTEIRO, D.P., GIARRIZZO, T e ISAAC, V. Feeding ecology of juvenile dog snapper *Lutjanus jocu* (Bloch and Shneider, 1801) (Lutjanidae) in intertidal mangrove creeks in Curuçá estuary (Northern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52(6): 1421-1430. 2009.

OLIVEIRA, E. Dinâmica Populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Anomura) da Ilha do Farol, Caiobá, Paraná. In: II Congresso de Ecologia do Brasil, 1994, Londrina. **Anais do II Congresso de Ecologia do Brasil**, p. 151. 1994.

OLIVEIRA, E. e MASUNARI, S. Estrutura Populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(2): 355-371. 1995.

OLIVEIRA, E.; MASUNARI, S. e SICURO, A.H.G. Uma armadilha para captura de Porcellanidae (Crustacea, Decapoda) do mediolitoral de praias rochosas. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(2): 343-353. 1995.

RODRÍGUEZ, I.T., HERNANDEZ, G. e FELDER, D.L. Review of the western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) with new records, systematic observations, and comments on biogeography. **Caribbean Journal of Science**, 41(3): 544-582. 2005.

ROESIAD, G.; PETROCELLI, S.R. e ANDERSON, J.W. Effects of mercuric-chloride on survival and chloride-ion regulation of *Petrolisthes armatus* (Crustacea, Porcellanidae). **American Zoologist**, 13(4): 1307-1307. 1973.

VELOSO, V.G. Família Porcellanidae (caranguejos anomuros marinhos). In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade/UFRGS. 1999. p. 398-405.

VELOSO, V.G. e MELO, G.A.S. Taxonomia e distribuição da família Porcellanidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) no litoral brasileiro. **Iheringia, Série Zoologia**, 75: 171-186. 1993.

WEHRTMANN, I.S.; MIRANDA, I.S.; BIAGI, R. e MANTELATTO, F.L. A latitudinal comparison of the reproductive ecology of *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Anomura, Porcellanidae) in Pacific Costa Rica and Brazil. In: IV Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 2006, Guarapari, Espírito Santo. **Resumos do IV Congresso Brasileiro sobre Crustáceos**, 1: 63-63. 2006.

WEHRTMANN, I.S.; MIRANDA, I.S. e MANTELATTO, F.L. Reproduction in the porcellanid crab *Petrolisthes armatus* (Decapoda, Anomura): Pacific versus Atlantic populations. In: The Crustacean Society Mid-Year Meeting, 2007. Coquimbo-La Serena, Chile. **The Crustacean Society Mid-Year Meeting**, 1: 154-154. 2007.

WELSH, J. e HASKIN, H.H. Chemical mediation in crustaceans. III. Acetyl-choline and autotomy in *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850). **The Biological Bulletin**, 76: 405-415. 1939.



CAPÍTULO 1

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE *Petrolisthes armatus* GIBBES, 1850
(ANOMURA: PORCELLANIDAE) EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS DE
UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO, BRASIL**

Este capítulo foi redigido seguindo as normas da ABNT

Distribuição espaço-temporal de *Petrolisthes armatus* Gibbes, 1850 (Anomura: Porcellanidae) em afloramentos rochosos de um estuário amazônico, Brasil

RESUMO

Apesar de *P. armatus* ter ampla distribuição na zona costeira do Atlântico Ocidental, há apenas um trabalho sobre a abundância dessa espécie em uma área estuarina tropical. Este trabalho tem como objetivo estudar a flutuação na densidade populacional de *P. armatus* ao longo do ano e em relação a um gradiente de salinidade de um estuário amazônico brasileiro. Coletas mensais foram efetuadas de agosto de 2006 a julho de 2007 junto ao substrato consolidado da região superior e inferior do médiolitoral (MS e MI) do estuário de Marapanim, Pará, litoral norte brasileiro. Em cada um dos quatro locais de coleta foram realizadas três amostragens, totalizando 288 amostras [4 locais (A1, A2, B1 e B2) x 2 porções (MS e MI) x 3 amostragens x 12 meses]. A salinidade variou de 0 a 44 nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, apresentando as menores médias em fevereiro e março de 2007. A menor temperatura (27°C) também ocorreu em fevereiro de 2007 e a maior (29,7°C) em agosto de 2006. Os valores mínimos de salinidade e temperatura em fevereiro é resultado do aumento da precipitação pluviométrica comum na região equatorial neste período. Apesar disto, a densidade de *P. armatus* não mostrou correlação significativa com nenhum destes fatores. O presente estudo revelou uma considerável abundância de *P. armatus*, com maior densidade média em janeiro de 2007 (1.427,33 ind./m²), período seco. Em relação as regiões do entremarés (superior e inferior) a densidade não diferiu significativamente, indicando que esta espécie se estende por toda essa região de maneira uniforme. A maior densidade de *P. armatus* no perfil B (lado leste) do estuário talvez esteja relacionada ao fato de que além dele ser mais salino que em A, ele fornece um ambiente mais abrigado, com menor interferência antrópica. O local A1 apresentou uma significativa densidade de *P. armatus* (1.320, 66 ind.m²), isto pode ter ocorrido pelo fato de A1 apresentar semelhanças com o perfil B quanto ao substrato e também por ser mais salino que os outros locais. O local A2 foi o que diferiu dos demais por apresentar uma configuração muito diferenciada tanto em relação a salinidade (menor) e quanto ao substrato: a porção inferior do médiolitoral possui pequenos fragmentos de rochas que estão em grande parte recobertos por lama, dessa maneira não oferecendo condições adequadas à presença desses porcelanídeos, e na porção superior, as rochas não são cobertas por lama, no entanto são de tamanhos muito diminutos não fornecendo abrigo

aos porcelanídeos, além de serem muitos instáveis quanto ao batimento das ondas e mais suscetíveis a altas temperaturas.

INTRODUÇÃO

Entre os ecossistemas costeiros, os costões rochosos da região do entremarés por serem altamente dinâmicos do ponto de vista espaço-temporal, são ambientes propícios ao habitat de diversos animais sejam eles sésseis ou vágeis (BERTNESS, 1999). Por encontrarem condições favoráveis como abrigo, proteção e disponibilidade de alimento, os crustáceos decápodes como os camarões, caranguejos, siris e anomuros (ermitões e porcelanídeos), compõem uma grande parte da fauna destes ambientes (ABELE, 1974).

Os porcelanídeos são crustáceos muito frequentes na zona entre-marés do mundo todo. De acordo com Rodriguez *et al.* (2005) existem cerca de 280 espécies de porcelanídeos, distribuídos em 30 gêneros. No Brasil há registros de sete (7) gêneros e de 23 espécies de Porcellanidae (VELOSO e MELO, 1993; MELO, 1999; ALVES *et al.*, 2006), sendo que no Pará há a ocorrência de cinco (5) gêneros e nove (9) espécies, dentre elas *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850), registrada pela primeira vez na zona costeira paraense no final do século passado (BARROS *et al.*, 1997).

Petrolisthes armatus é um Decapoda Anomura do Atlântico Sul que recentemente invadiu o oeste do Atlântico Norte e leste do Pacífico. Ocorre na Carolina do Norte, Flórida, Golfo do México, Antilhas e Colômbia (oeste do Atlântico Norte) e em Senegal (a leste do Atlântico Norte). No Atlântico Sul distribui-se na costa brasileira desde Maranhão até Santa Catarina (porção oeste) e, em Angola e Ilha de Ascensão (porção leste). No Pacífico, estende-se desde o Golfo da Califórnia até Costa Rica, ocorrendo também nas Ilhas Galápagos e Peru (OLIVEIRA e MASUNARI, 1995; KNOTT *et al.*, 1999; KNOTT e KING, 2000; HOLLEBONE e HAY, 2007a; MIRANDA e MANTELATTO, 2009).

Exceto pelos trabalhos de taxonomia e distribuição geográfica, as publicações acerca de *P. armatus* são relativamente recentes e multidisciplinares. Nos últimos dez anos o número de publicações abordando aspectos biológicos e/ou ecológicos aumentou substancialmente. A distribuição de *P. armatus* na costa sul dos Estados Unidos e Costa Rica foi amplamente reportada (HARTMAN e STANCYK, 2000; DÍAZ-FERGUSON e VARGAS-ZAMORA, 2001; HARTMAN *et al.*, 2002; RODRÍGUEZ *et al.*, 2005; HOLLEBONE e HAY 2007b; 2008).

Petrolisthes armatus é uma espécie muito abundante e dominante na comunidade bentônica dos costões rochosos (OLIVEIRA *et al.*, 1995; OLIVEIRA e MASUNARI, 1995; MASUNARI *et al.*, 1998; DÍAZ-FERGUSON e VARGAS-ZAMORA, 2001, MIRANDA e MANTELATTO, 2009; RODRIGUES, 2009) e em recifes de ostras (HOLLEBONE e HAY, 2007b, 2008). A alta abundância deste porcelanídeo não é diferente nos afloramentos rochosos do estuário de Marapanim (Pará, Brasil). Estes organismos constituem uma parcela significativa na alimentação de peixes como foi observado no trabalho de Monteiro *et al.* (2009) no estuário do Rio Curuçá (Pará, Brasil), no qual foi encontrado um percentual de 33,6 % de *Petrolisthes armatus* no conteúdo estomacal de *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801) (carapitanga), constituindo elemento importante na cadeia trófica aquática deste ecossistema. Porém, apesar de ser uma espécie com ampla distribuição na zona costeira do Atlântico Ocidental, há apenas o trabalho de Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001) na Costa Rica sobre a abundância dessa espécie em uma área estuarina tropical, sendo necessário, portanto, a realização de demais estudos, principalmente na região estuarina amazônica onde não há estudos sobre esta espécie. Além disso, na região amazônica o substrato consolidado é formado por afloramentos rochosos, diferentemente de outras regiões como o sul e sudeste do Brasil cujo ambiente entremarés é constituído por costões rochosos verdadeiros.

Este trabalho tem como objetivo estudar a flutuação na densidade populacional de *P. armatus* ao longo do ano e em relação a um gradiente de salinidade de um estuário amazônico brasileiro constituído por afloramentos rochosos.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida para o presente estudo fica localizada entre a Reserva Extrativista “Mãe Grande de Curuçá” (a oeste) e a Área de Proteção Ambiental da Ilha de Algodual/Maiandeuá (a leste do estuário de Marapanim). Esta região funciona como importante berçário para muitas espécies de peixes e crustáceos, sendo classificada como área de prioridade extremamente alta para a conservação e repartição de benefícios da biodiversidade (MMA, 2004).

O estuário de Marapanim (Figura 1) pertence a mesorregião Nordeste do Estado do Pará, sendo a região de estudo delimitada pelas coordenadas: A1 (0°38'S e

47°38'W), A2 (0°42'S e 47°41'W), B1 (0°38'S e 47°34'W) e B2 (0°43'S e 47°38'W). Possui livre conexão com o Oceano Atlântico, sendo dominado por macro e mesomares semi-diurnas (amplitude >5m), que proporcionam a penetração da cunha salina e da maré dinâmica por dezenas de quilômetros rio acima (BERRÊDO *et al.*, 2008) e o clima da região é tropical úmido, com precipitações pluviométricas que variam de 2.400 a 3.300 mm por ano (MORAES *et al.*, 2005).

DESENHO AMOSTRAL

As coletas ocorreram mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007 junto ao substrato consolidado da região superior e inferior do médiolitoral (MS e MI) do estuário (Figura 1).

À margem oeste do estuário do Rio Marapanim está localizado o Município de Marapanim (proximidade do local A2) e o vilarejo de Marudá (local A1), referido como perfil A e à leste do estuário estão localizados os locais B2 (próximo ao vilarejo denominado “Cafezal”) e B1 (próximo à Ilha de Algodal), denominados como perfil B. A principal diferença entre as margens em relação aos locais de coleta é que a margem oeste é composta predominantemente por sedimentos arenosos e areno-lodosos com afloramentos rochosos mais esparsos e, a margem leste, com maior quantidade de manchas isoladas de afloramentos rochosos ao longo do percurso.

Os locais de coleta foram escolhidos de forma a contemplar um gradiente de salinidade: dois locais (A1 e B1, denominados como zona 1) próximos à jusante (baixo estuário), onde os valores de salinidade são mais altos devido à influência do mar aberto e dois locais (A2 e B2, denominados como zona 2) mais à montante, região intermediária do estuário, no qual há maior influência de água doce, e por seguinte a salinidade é sempre menor em relação aos outros locais.

Os afloramentos rochosos estudados apresentam configurações variáveis, assim como o tamanho das rochas que os compõem. A1, B1 (compostos por rochas denominadas tipo I) e B2 (tipo III) são locais com semelhanças em relação ao tamanho dos fragmentos que são maiores e mais densos, no entanto B2 se diferencia pelas rochas terem um aspecto ferruginoso e de fácil fragmentação. Já o local A2 (tipo II), é bastante diferenciado dos demais, por ser formado por partículas diminutas de rochas, um pouco maiores que cascalhos, além de serem em parte recobertas por lama (silte e argila).

Em cada local foram efetuadas coletas em duas regiões que compreendem a porção superior e inferior do médiolitoral, respectivamente, e em cada uma das porções

foi realizada três amostragem ao longo de um ano, totalizando 288 amostras (4 locais x 2 porções x 3 amostragens x 12 meses).

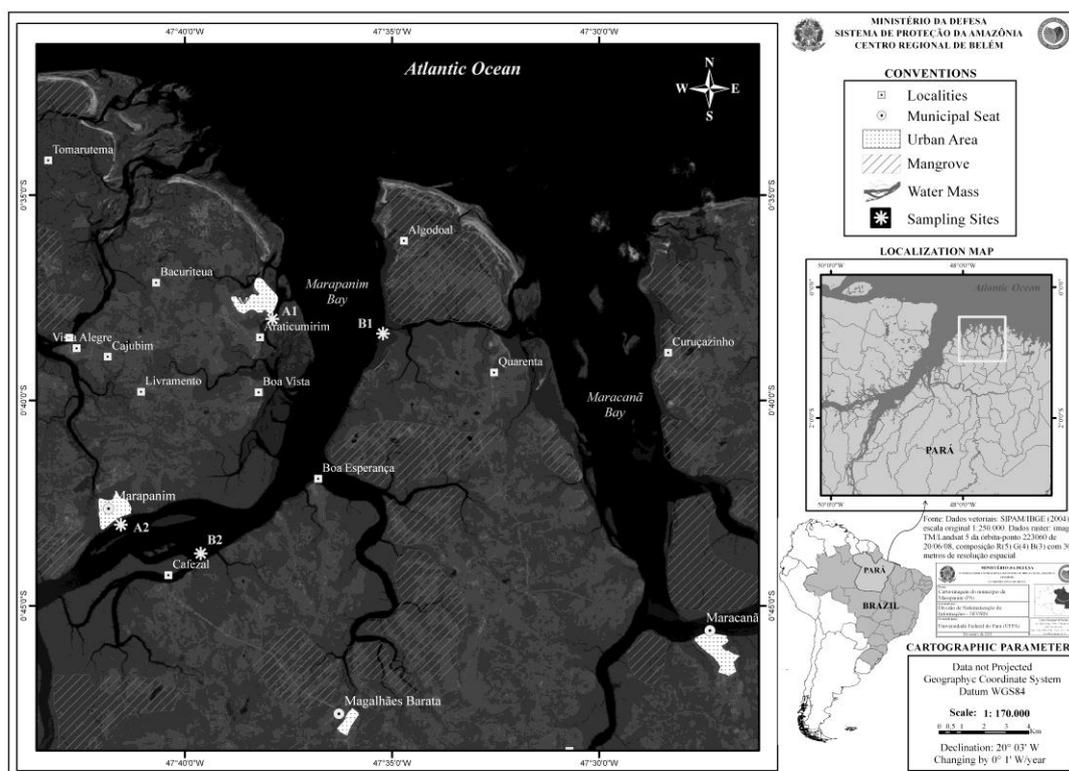


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo, com indicação dos quatro locais de coleta no Rio Marapanim - A1 e A2 (margem oeste), B1 e B2 (margem leste). Fonte: SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia.

COLETA DE DADOS

Os porcelanídeos foram coletados nos afloramentos rochosos da região entremarés durante o período de maré baixa, período diurno e durante a lua nova em três regiões distintas, equidistantes, e obedecendo a mesma linha horizontal em relação à linha d'água.

Os cinco primeiros centímetros de substrato delimitados pelo quadrante (0,25 m²) foram coletados manualmente, colocados em baldes e peneiras (0,02 mm) e lavados em água corrente do estuário para separação dos organismos. Todas as amostras foram separadas em sacos plásticos e mantidas em gelo até serem levadas ao laboratório, onde todo o material foi triado, após prévio descongelamento à temperatura ambiente, sendo realizada a contagem do número total de indivíduos coletados e identificação dos exemplares de acordo com Melo (1999). Todos os exemplares foram armazenados em

frascos plásticos em função do número de indivíduos por amostra, e conservados em glicerol (1:9).

Amostras de água presentes entre os fragmentos rochosos foram coletadas em cada local, simultaneamente às coletas dos organismos para verificação da salinidade, que foi realizada em laboratório utilizando-se um refractômetro óptico (ATAGO). Os valores de precipitação foram obtidos através do banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2007) e a temperatura da água do estuário foi verificada com um analisador multiparâmetro (YSI).

ANÁLISE DOS DADOS

O cálculo da densidade relativa da espécie foi realizado dividindo-se o número de indivíduos (ind.) pela área amostrada ($0,25 \text{ m}^2$), posteriormente multiplicada por quatro para representar os dados como (ind./ m^2).

A influência dos meses, dos perfis do estuário, das zonas, dos locais de coleta e região do entremarés, na densidade, na salinidade e temperatura da água, foi testada separadamente usando o teste não paramétrico de *Kruskall-Wallis* com o nível de significância de 5%, uma vez que os dados não obedeceram às premissas para a realização de testes paramétricos.

A densidade de *P. armatus* (variável dependente) foi correlacionada com a salinidade da água, com os meses, locais de coleta, zonas do estuário, perfil e entremarés (variáveis independentes) assim como os fatores abióticos (salinidade e temperatura) também foram correlacionados com as mesmas variáveis independentes, utilizando uma análise de correlação de *Spearman* ($\alpha = 5\%$).

Para a análise multivariada de agrupamento (Cluster) foi necessário estimar a similaridade entre as amostras, através de uma matriz quadrada, a partir da qual se criou a matriz triangular com as distâncias entre as amostras. Para a criação do Cluster foi utilizada a ligação das médias dos valores de densidade. A matriz de similaridade dos valores das densidades médias por local e região entremarés (média mensal) foi gerada utilizando-se o coeficiente de similaridade de *Bray-Curtis*.

RESULTADOS

Dois períodos sazonais distintos: um seco (agosto de 2006 a janeiro de 2007) e outro chuvoso (fevereiro a julho de 2007) foram identificados (Tabela 1). A

precipitação pluviométrica variou de 10,4 mm em agosto de 2006 a 760,6 mm em fevereiro de 2007, totalizando 2.277,2 mm no período estudado.

A salinidade mínima de zero (0) ocorreu em março/2007 e a máxima de 44 em outubro/2006. A salinidade variou significativamente entre os períodos seco (26) e chuvoso (12) ($H = 104,86$; $p < 0,01$), ocorrendo a maior amplitude de variação (2 a 44) no período seco, Tabela 1.

A temperatura mínima da água foi de 27,6°C em fevereiro/2007 (período chuvoso) e a máxima foi de 29,7°C em agosto/2006 (período seco) (Tabela 1), sendo as medianas dos períodos significativamente diferentes ($H = 12,71$; $p = 0,0004$).

Tabela 1. Valores de salinidade e temperatura da água coletada nos períodos seco e chuvoso no estuário de Marapanim, Pará entre agosto de 2006 a julho de 2007.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mediana
Salinidade	0,0	44,0	17,5	10,4	17,0
Temperatura (°C)	27,6	29,7	28,7	0,5	28,7

A mediana da salinidade em relação aos perfis do estuário A e B diferiu significativamente, sendo o perfil B mais salino que A ($H = 10,80$; $p = 0,0010$) (Figura 2a). Também houve diferença estatística significativa na mediana da salinidade entre as zonas ($H = 40,32$; $p < 0,00001$) (Figura 2b) e entre os locais: A1 e B1 (44 e 42, respectivamente) diferiu significativamente de A2 e B2 (33 e 31, respectivamente) localizados no estuário médio (Figura 2c). O teste *pos-hoc* apontou A2 como sendo o local onde a salinidade diferiu significativamente dos demais (Tabela 2).

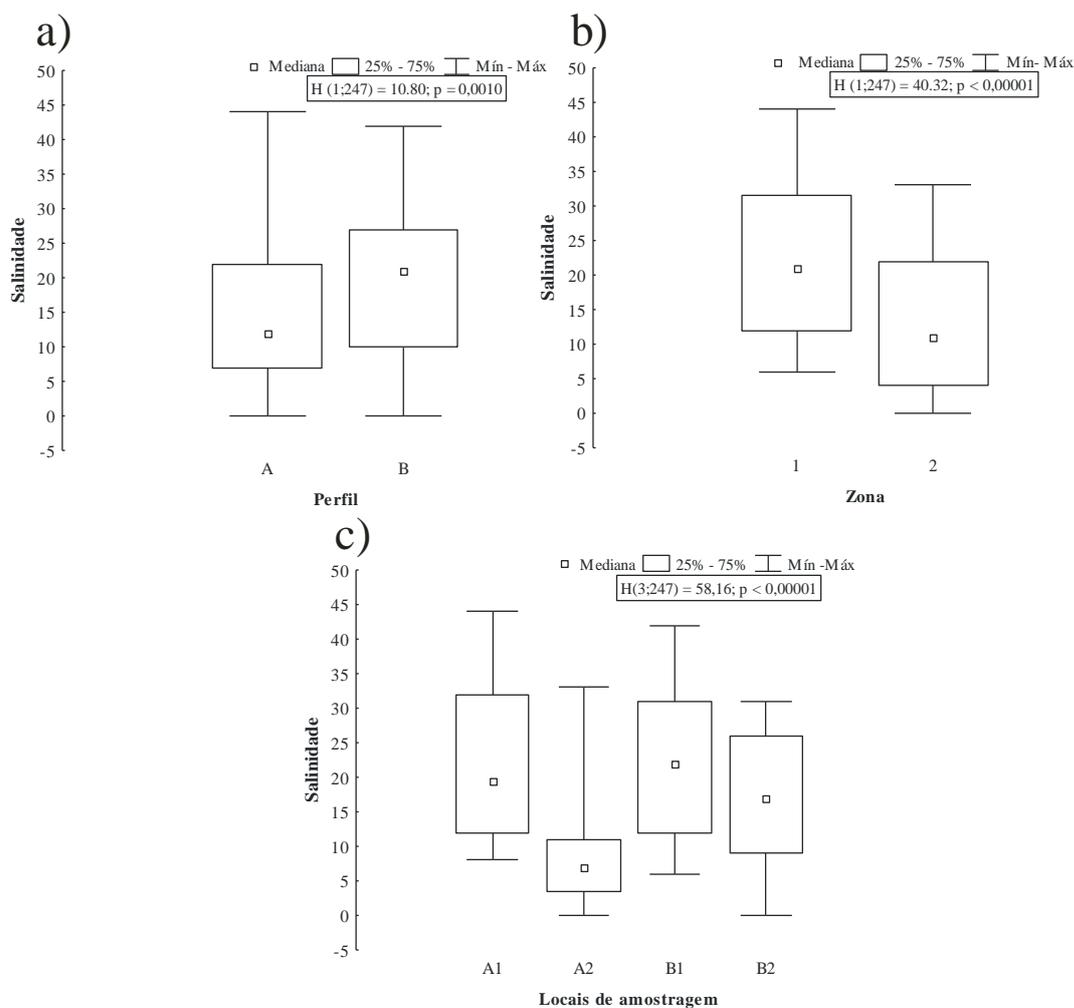


Figura 2. Estatística descritiva da salinidade da água em relação aos perfis, zonas e locais (A1, A2, B1 e B2) no período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará.

Tabela 2. Teste de Scheffé para comparação dos valores de p para os locais de coleta quanto à salinidade da água entre agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará.

Local	A1	A2	B1	B2	p
A1		< 0,0000001	0,97	0,08	< 0,05
A2	< 0,0000001		< 0,0000001	< 0,00001	
B1	0,97	< 0,0000001		0,017	
B2	0,08	< 0,00001	0,02		

* Valores destacados em negrito P<0,05

A temperatura da água do estuário diferiu significativamente entre os meses ($H = 120,84$; $p < 0,00001$), sendo fevereiro o que mais diferiu em relação aos demais (Figura 3a). Quanto às zonas e locais do estuário, a zona 2 apresentou maiores temperaturas que a zona 1, assim como os locais A2 e B2 (Figura 3b e 3c, respectivamente).

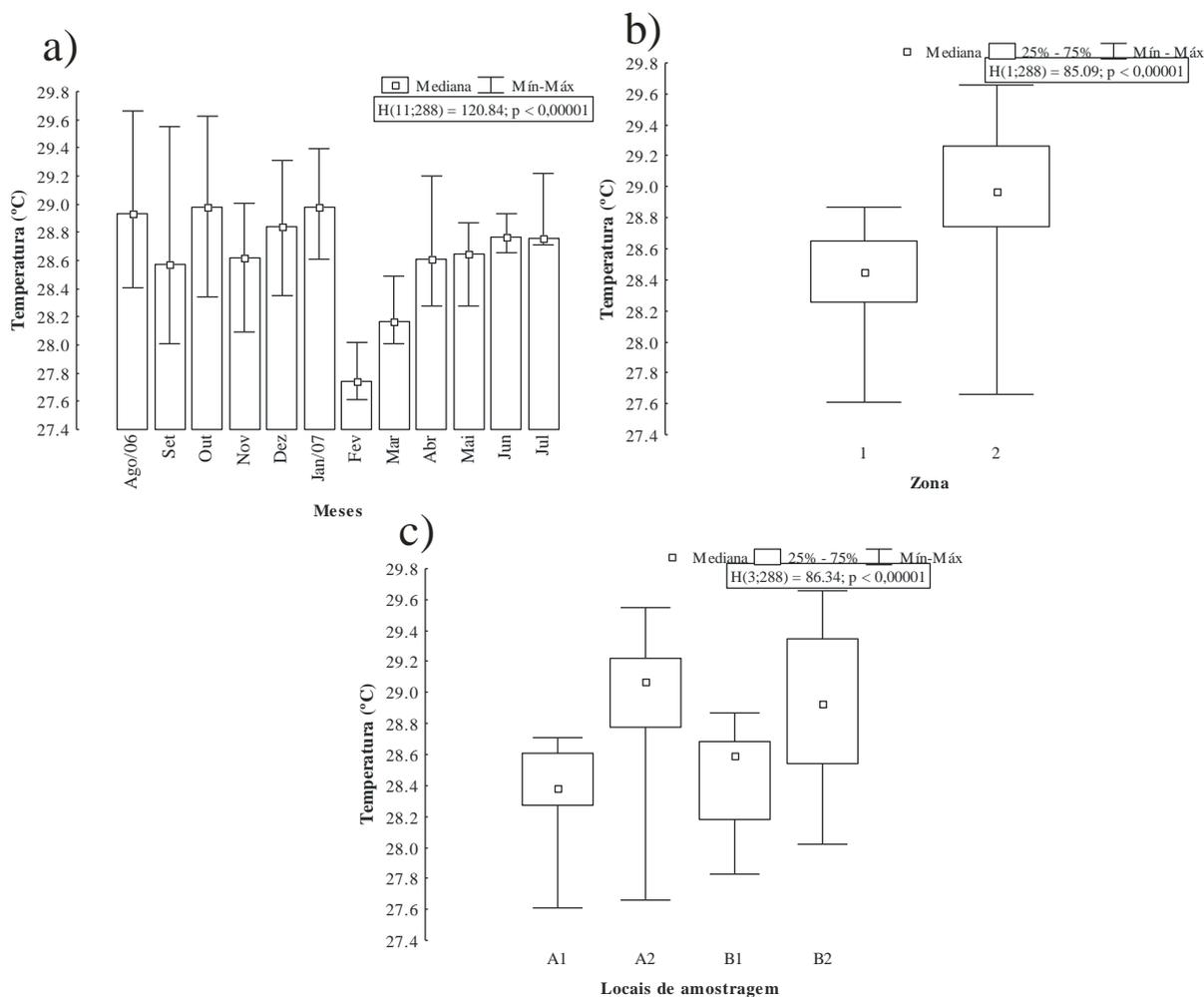


Figura 3. Estatística descritiva da temperatura da água do estuário em relação aos meses, zonas e locais (A1, A2, B1 e B2) no período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará.

Um total de 12.846 porcelanídeos foi coletado ao longo do ano, sendo que a maior densidade média mensal de *Petrolisthes armatus* foi de 1.427,33 ind./m² em janeiro e a menor em maio (141,33 ind./m²) (Figura 4a). Apesar de haver diferença significativa na densidade entre os meses ($H = 28,22$; $p = 0,0030$), o teste *pos-hoc* (Teste de Scheffé) utilizado não identificou em qual(is) mês(es) a densidade diferiu significativamente ($p > 0,05$).

A abundância dos porcelanídeos quanto ao perfil do estuário foi significativamente maior em B (lado leste do estuário) com uma média de 750,77 ind./m² ($H = 16,54$; $p = 0,0005$) (Figura 4b). A densidade média também diferiu estatisticamente em relação às zonas, sendo mais abundante na zona 1 com 1.038,22 ind./m² ($H = 76,66$; $p = 0,00001$) (Figura 4c).

Houve diferença estatística significativa entre os locais ($H = 114,50$; $p = 0,00001$). *Petrolisthes armatus* teve maior média de densidade no local A1 (1.320,66 ind./m²) e menor média em A2 (37,44 ind./m²) (Figura 4d), diferindo significativamente dos demais (Tabela 3).

No entanto, não houve diferença significativa da densidade de *P. armatus* em relação às porções superior e inferior do médiolitoral ($H = 0,0021$; $p = 0,96$).

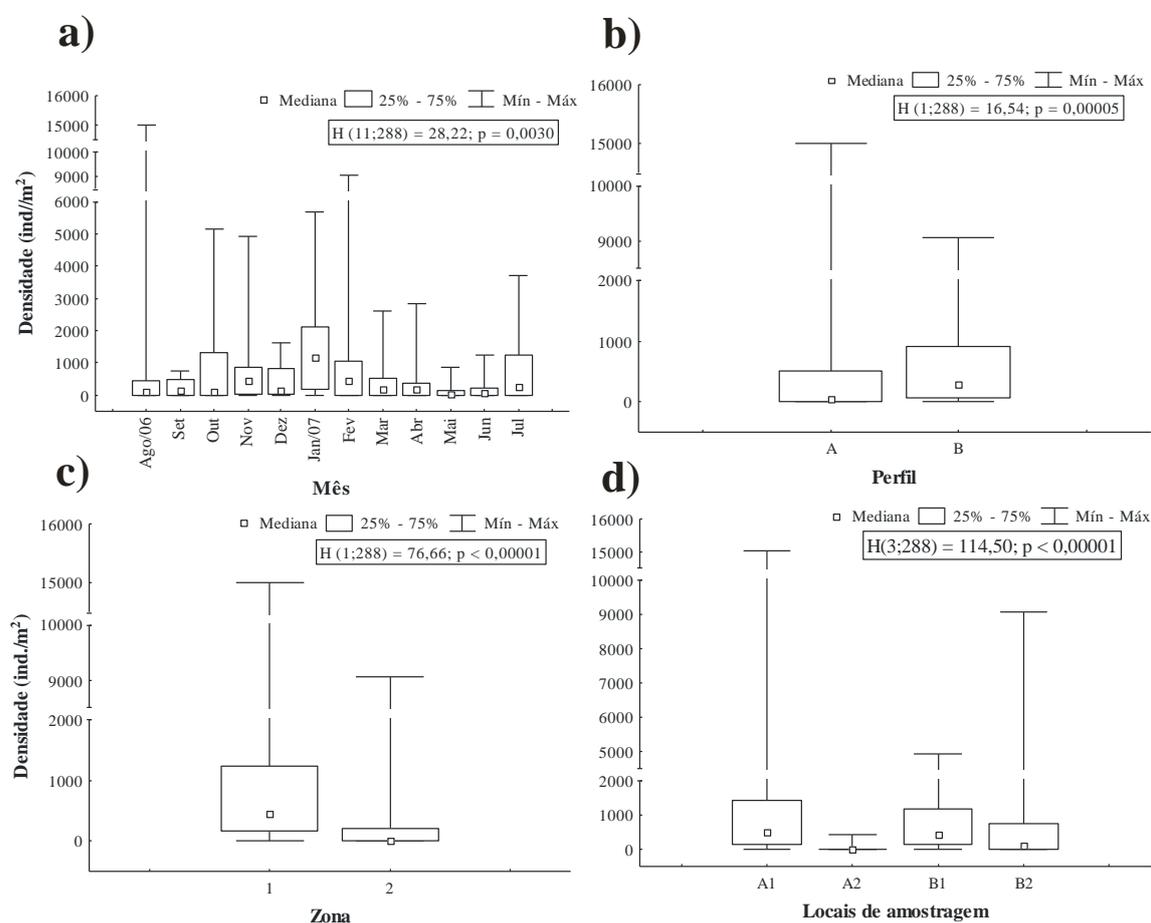


Figura 4. Densidade de *P. armatus* em relação meses, aos perfis (A e B), às zonas (1 e 2) e locais de amostragem no período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará.

Tabela 3. Teste de Scheffé para comparação dos valores de p para os locais de coleta quanto à superfície do substrato rochoso, em relação à abundância.

Local/superfície de substrato rochoso	A1	A2	B1	B2	p
A1		0,000003	0,127201	0,116547	< 0,05
A2	0,000003		0,025725	0,028843	
B1	0,127201	0,025725		0,999980	
B2	0,116547	0,028843	0,999980		

* Valores destacados em negrito P<0,05

A densidade média dos porcelanídeos e das fêmeas ovígeras variou inversamente ao longo dos meses com relação à salinidade, no entanto a densidade de fêmeas ovígeras não sofreu variação com a densidade média de todo o restante da população (Figura 5).

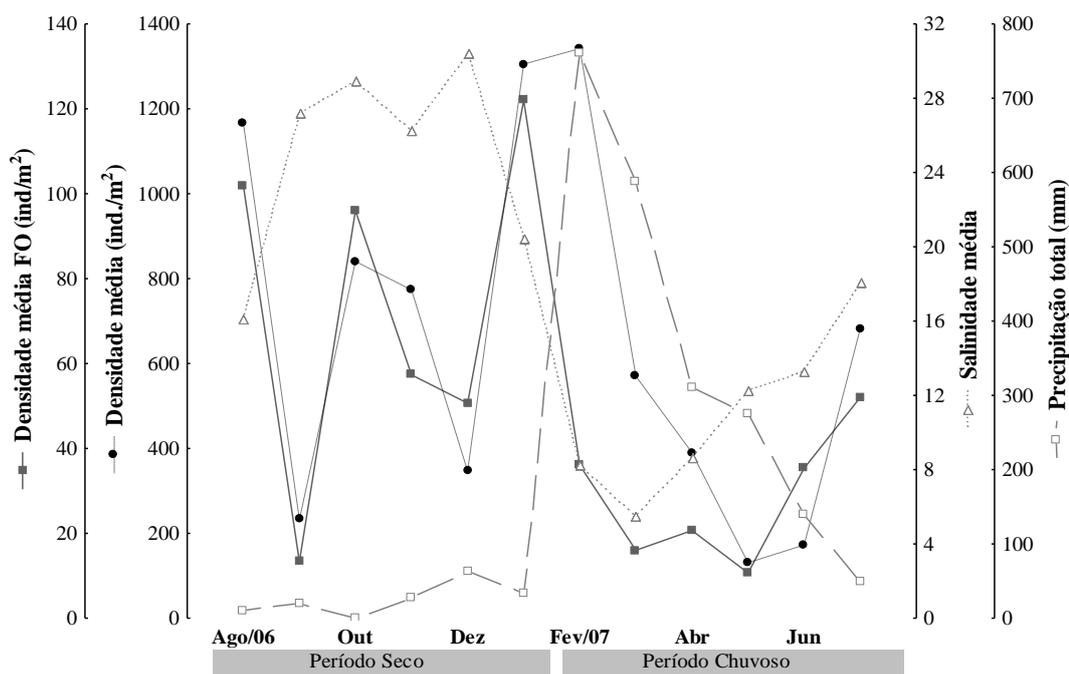


Figura 5. Densidade total média (jovens, machos e fêmeas) de *P. armatus* e também de fêmeas ovígeras (FO); salinidade e precipitação pluviométrica de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará.

Quando o tipo de fragmento rochoso foi considerado na análise de agrupamento, dois grupos foram formados: um composto por rochas tipo I e III e outro apenas por rochas tipo II (Figura 6).

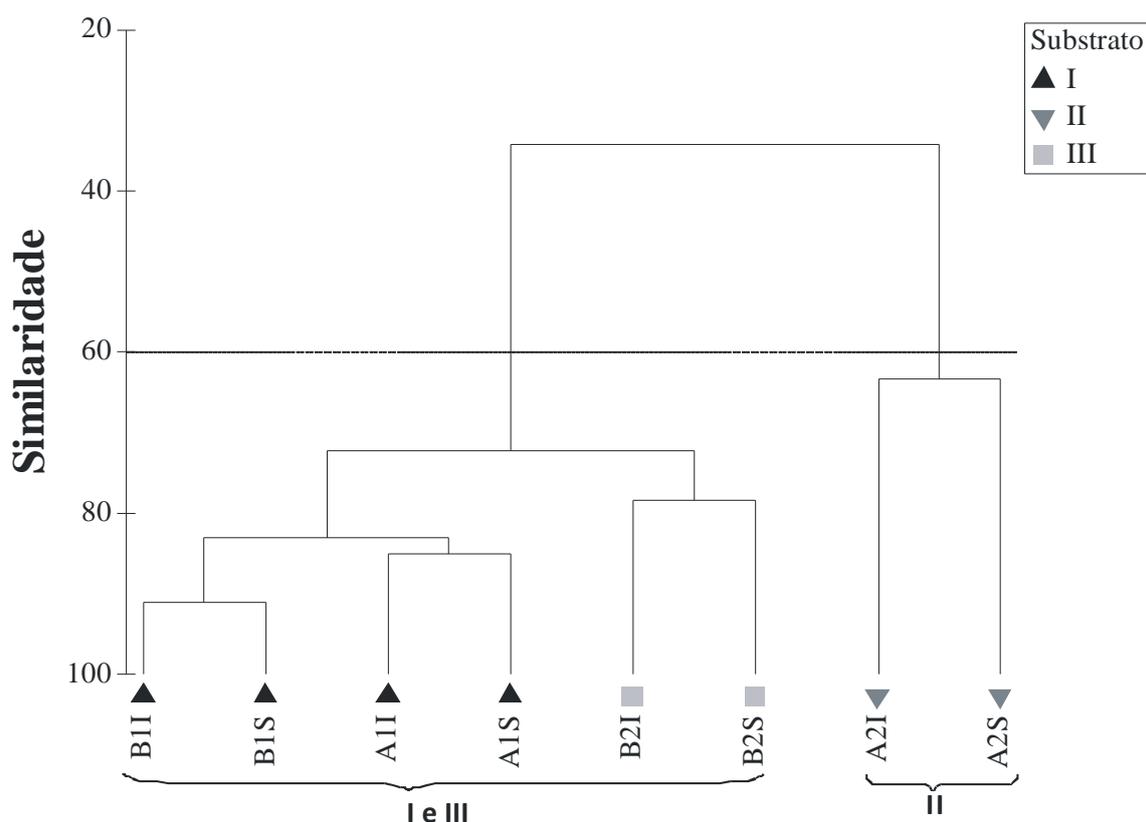


Figura 6. Dendrograma da análise de agrupamento (cluster) baseada na densidade média (ind./m²) de *Petrolisthes armatus* nos afloramentos rochosos dos locais (A1, A2, B1 e B2) e regiões (Superior e Inferior) do entremarés do estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. Agrupamentos foram determinados ao nível de similaridade 60%.

Apesar da salinidade ter se correlacionado negativamente com os meses ($R = -0,53$; $p > 0,05$), ela não foi estatisticamente significativa. A densidade de *P. armatus* não foi correlacionada com a salinidade ($R = 0,02$; $p > 0,05$), meses ($R = -0,37$; $p > 0,05$) ou locais de amostragem ($R = -0,4$; $p > 0,05$). Porém, houve correlação significativa negativa da densidade média em relação aos grupos de substrato (Tipos I e III considerados grupo I e Tipo II como grupo II), $R = -0,59$; $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

O estuário de Marapanim, Pará, apresentou salinidade variando de 0 a 44 nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, apresentando as menores médias em fevereiro e março de 2007. A menor temperatura (27°C) também ocorreu em fevereiro de 2007 e a maior (29,7°C) em agosto de 2006. Os valores mínimos de salinidade e temperatura em fevereiro é resultado do aumento da precipitação pluviométrica comum na região equatorial neste período. Apesar disto, a densidade de *P. armatus* não mostrou correlação significativa com nenhum destes dois fatores, corroborando os resultados de Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001) na Costa Rica, onde também não houve nenhuma correlação da abundância desta espécie com os fatores ambientais lá estudados (temperatura da água, salinidade e oxigênio dissolvido). Também Miranda e Mantelatto (2009), em recente estudo realizado no litoral norte de São Paulo, Brasil, demonstraram que a densidade deste porcelanídeo não apresentou correlação significativa nem com temperatura e tampouco com a salinidade, acreditando que seja pelo fato do local por eles estudado ser uma região subtropical, o que questionamos aqui, pois mesmo em regiões intertropicais, como os resultados acima descritos, a espécie apresentou o mesmo padrão, evidenciando ser a abundância independente das flutuações de temperatura e salinidade entre as latitudes, sendo outro fator não estudado que influencie as variações encontradas.

Correlações com fatores ambientais como temperatura e salinidade foi observada em trabalho realizado na região equatorial por Oliveira e Martinelli (submetido) demonstrando que as larvas de *P. armatus* são dominantes na comunidade planctônica de Anomura e são regulados pela salinidade do estuário de Marapanim, Pará, Brasil. Em áreas subtropicais onde há distinção das quatro estações climáticas do ano causando amplas variações de temperatura, como ocorre no sul do Brasil, trabalhos já foram realizados com *P. armatus* como o de Oliveira e Masunari (1995), no qual foi verificado ser as altas temperaturas (acima de 25°C) um fator que influencia a distribuição e abundância desses indivíduos e o de Masunari *et al.* (1998) que além de confirmarem uma correlação positiva da densidade de *P. armatus* com a temperatura da água na Ilha do Farol (Paraná, Brasil) consideraram também que esta espécie é eurihalina uma vez que esteve sempre presente na área de estudo com amplitudes de salinidade acima de 22, o que corroboramos com o presente estudo para a região equatorial.

O presente estudo revelou uma considerável abundância de *P. armatus* no estuário de Marapanim, litoral norte do Brasil, com maior densidade média em janeiro de 2007 (1.427,33 ind./m²), período seco, sendo muito maior do que o observado por Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001), com densidade máxima de 100 ind./m² na estação seca e por Oliveira e Masunari (1995) em que a maior densidade foi de 305 ind./m² em janeiro de 1990, considerado período de verão na região. Alta densidade de *P. armatus* 11.200 ind./m² em períodos mais quentes também foi verificada no estudo de Hollebhone e Hay (2007a). Morais (2011) encontrou densidade média de *P. armatus* de 245 ind./m² em março, período chuvoso, corroborando com o trabalho de Miranda e Mantelatto (2009) que embora não tenham sido demonstrados os dados de densidade de *P. armatus* na estação chuvosa, o número de indivíduos coletados foi 324 indivíduos, representando 41,8% da população coletada. Porém, apesar de ser um período em que há maiores índices pluviométricos, a estação chuvosa na região de Araçá, litoral norte de São Paulo, Brasil, tem variações de temperaturas e salinidades amenas, assim como nas regiões tropicais e equatoriais, funcionando como um ambiente muito mais similar aos tropicais do que aos do sul do país onde o clima é mais rigoroso.

A maior densidade da espécie apresentada na zona 1 justifica-se devido ser esta a zona que fica mais próxima da jusante e, portanto, os valores de salinidade são mais altos devido à influência do mar aberto, enquanto que na zona 2 há maior influência de água doce, e por conseguinte a salinidade ser sempre menor em relação aos outros locais, apresentando uma baixa densidade de organismos.

A densidade de *P. armatus* em relação as regiões do entremarés (superior e inferior) não diferiu significativamente, indicando que esta espécie se estende por toda essa região de maneira uniforme, independente do grau de exposição ao sol. O mesmo padrão foi observado por Morais (2011) que atribuiu ao fato destes crustáceos conseguirem desenvolver estratégias adaptativas às características do ambiente, tornando-o altamente abundante ao longo do entremarés. Hollebhone e Hay (2007a) estudaram a dinâmica populacional de *P. armatus* na Georgia (EUA), e notaram que a salinidade foi o fator que menos influenciou na densidade do porcelanídeo, entretanto a temperatura da água e os níveis de maré foram os que mais interferiram em sua densidade, já que nos meses mais quentes, os porcelanídeos foram mais abundantes e ocupavam a região mais baixa do entremarés para se protegerem da dissecação e do alto estresse causado pela elevada temperatura. Nesse caso, pode-se perceber o efeito da zonação vertical nesses organismos intertidais, visto que isso é uma característica das

áreas rochosas de clima temperado e tropical. Os organismos que vivem sob esses climas, estão sujeitos a uma grande margem de flutuações diárias e sazonais, em condições de microhabitat, devido a sua maior exposição às condições terrestres durante a emersão (STILLMAN, 2002).

A maior densidade de *P. armatus* no perfil B (lado leste) do estuário talvez esteja relacionada ao fato de ser um ambiente mais salino que quando comparado ao perfil A, fornecendo também um ambiente mais abrigado, com menor interferência antrópica, diferentemente do perfil A, onde estão localizados o Município de Marapanim e o vilarejo de Marudá, nos quais existem muitas residências e que principalmente em períodos de férias, são muito visitados por turistas intensificando a interferência nesses locais. O substrato em B é formado por rochas mais densas de uma maneira geral, no entanto em B2, além dessa característica há o fato das rochas terem uma composição ferruginosa, que facilita a fragmentação e também a abertura de fendas e tocas feitas por outros organismos que também são utilizados pelos porcelanídeos como abrigo, proteção contra as altas temperaturas, dessecação e o estresse causado pelo batimento das ondas. A correlação negativa da densidade de *P. armatus* em relação aos fragmentos rochosos indica que este fator influencia a presença desta espécie, corroborando os resultados de Morais (2011), que verificou o mesmo padrão para a espécie em outro estuário amazônico. De acordo com Bertness (1999) a coloração e a composição das rochas assim como o seu tamanho podem exercer notável influência na distribuição e abundância dos organismos que habitam estes ambientes costeiros rochosos. Quanto mais escuras as rochas mais elas tendem a absorver o calor tornando-a não adequada termicamente e quanto maior seu tamanho maior proteção contra o calor é fornecida para os organismos devido à grande massa que as rochas apresentam fazendo com a propagação do calor seja mais lenta, diferente das rochas menores que aquecem mais rapidamente.

A significativa densidade de *P. armatus* ($1.320,66 \text{ ind.m}^2$) no local A1 pode ter ocorrido pelo fato dele apresentar semelhanças com o perfil B quanto ao substrato e também por ser mais salino que os outros locais. O local A2 foi o que diferiu dos demais locais por apresentar uma configuração muito diferenciada tanto em relação à salinidade, que é menor, quanto ao substrato. A porção inferior do médiolitoral possui um substrato com pequenos fragmentos de rochas que estão em grande parte recobertos por lama, dessa maneira não oferecendo condições adequadas à presença desses porcelanídeos e de outros decápodes, e na porção superior, as rochas não são cobertas

por lama, no entanto são de tamanhos muito diminutos não fornecendo abrigo aos porcelanídeos, além de serem muitos instáveis quanto ao batimento das ondas e mais suscetíveis a temperaturas altas.

A hipótese de que a abundância de *P. armatus* varia significativamente ao longo dos meses, sendo a salinidade o fator que explica a distribuição espacial da espécie no estuário foi aceita. É a primeira vez em que o substrato também foi considerado nas análises, mostrando ser um fator estruturador da população, sendo um elemento fundamental a ser considerado em futuros trabalhos com a ecologia do grupo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELE, L.G. Species Diversity of Decapod Crustaceans in Marine Habitats. **Ecology**, 55(1): 156-161. 1974.

ALVES, D.F.R.; COBO, V.J. e MELO, G.A.S. Extension of the geographical distribution of some brachyuran and porcellanid decapods (Crustacea) to the coast of the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1280-1283. 2006.

ANA. **Agência Nacional das Águas**. Brasília-DF. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acessado em Dezembro de 2007.

BARROS, M.P.; PIMENTEL, F.R. e SILVA, S.S.B. Ocorrência de *Lysiosquilla scabricauda* (Lamarck, 1818) (Stomatopoda, Lysiosquillidae) e *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Porcellanidae), no estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia**, 13(1): 21-24. 1997.

BERRÊDO, J.F.; COSTA, M.L. e PROGENE, M.P.S. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, 38(3): 473- 482. 2008.

BERTNESS, M.D. **The ecology of Atlantic shorelines**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1999. 465p.

DÍAZ-FERGUSON, E. e VARGAS-ZAMORA, J.A. Abundance of *Petrolisthes armatus* (Crustacea: Porcellanidae) on a tropical estuarine intertidal rocky beach, Gulf of Nicoya estuary, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, 49(2): 97-101. 2001.

HARTMAN, M.J. e STANCYK, S.E. Distribution of an invasive anomuran decapod, *Petrolisthes armatus*, in the north inlet-Winyah Bay National Estuarine Research Reserve on the South Carolina coast. **American Zoologist**, 40(6): 1047-1047. 2000.

HARTMAN, M.J., STANCYK, S.E. e LOHRER, A.M. Native predators and the success of a newcomer *Petrolisthes armatus*, the green porcelain crab to an oyster reef ecosystem in North Inlet, SC. Annual Meeting of the Society-for-Integrative-and-Comparative-Biology. jan. 02-07, Anaheim, California. **Integrative and Comparative Biology**, 42(6): 1241-1241. 2002.

HOLLEBONE, A.L. e HAY, M.E. Population dynamics of the non-native crab *Petrolisthes armatus* invading the South Atlantic Bight at densities of thousands m^{-2} . **Marine Ecology Progress Series**, 336: 211-223. 2007a.

_____. Propagule pressure of an invasive crab overwhelms native biotic resistance. **Marine Ecology Progress Series**, 342: 191- 196. 2007b.

_____. An invasive crab alters interaction webs in a marine community. **Biological Invasions**, 10: 347-358. 2008.

KNOTT, D.; BOYKO, C. e HARVEY, A. Introduction of the green porcelain crab, *Petrolisthes armatus* (Gibbes 1850), into the South Atlantic Bight. In: PEDERSON, J. (ed). **Marine bioinvasions: Proceedings of the First National Conference**, January 24–27. MIT Sea Grant College Program, Cambridge, Massachusetts. 1999.

KNOTT, D.M. e KING, R.A. *Petrolisthes armatus* - an introduced species in the South Atlantic Bight? **Southeastern Regional Taxonomic Center**. 2000. Disponível em: <<http://www.dnr.sc.gov/marine/sertc/P%20armatus%20SOM.pdf>>. Acessado em: 17 fev. 2010.

MASUNARI, S.; OLIVEIRA, E. e KOWALCZUK, V.G.L. Crustacea Decapoda da praia rochosa da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná. I: Distribuição temporal de densidade das populações. **Revista Brasileira de Zoologia**, 15(1): 219-239. 1998.

MELO, G.A.S. **Manual de Identificação dos Crustáceos Decapoda do Litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1999.

MIRANDA, I.S. e MANTELATTO, F.L. Estimating population features of the anomuran crab *Petrolisthes armatus* (Porcellanidae) in a remaining and impacted mangrove area of the western Atlantic. **Journal of Natural History**, 43(33-34): 2027-2039. 2009.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Mapa das áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=14&idConteudo=743>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2009.

MONTEIRO, D.P.; GIARRIZZO, T. e ISAAC, V. Feeding Ecology of Juvenile Dog Snapper *Lutjanus jocu* (Bloch and Shneider, 1801) (Lutjanidae) in Intertidal Mangrove Creeks in Curuçá Estuary (Northern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52(6): 1421-1430. 2009.

MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L. e COSTA, M.H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, 35(2): 207-214. 2005.

MORAIS, G.C. **Estrutura das assembléias de macroinvertebrados de substratos rochosos do litoral de Curuçá, nordeste do Pará.** 2001. 86p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, UFPA, Pará, 2011.

OLIVEIRA, D.B. e MARTINELLI, J.M. **Spatial-temporal variation in density of *Anomura* (Crustacea, Decapoda) larvae in the estuary of the Marapanim River in the state of Pará, Brazil.** Submetido.

OLIVEIRA, E. e MASUNARI, S. Estrutura Populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(2): 355-371. 1995.

OLIVEIRA, E.; MASUNARI, S. e SICURO, A.H.G. Uma armadilha para captura de Porcellanidae (Crustacea, Decapoda) do mediolitoral de praias rochosas. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(2): 343-353. 1995.

RODRIGUES, R.C. Seleção de habitats pelo caranguejo *Petrolisthes armatus* (Anomura: Decapoda) em área de costão. 2009. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/curso/2009/pi.html>. Acessado em: 27 de abr. 2011.

RODRIGUEZ, I.T.; HERNANDÉZ, G. e FELDER, D.L. Review of western Atlantic Porcellanidae with new records, systematic observations, and comments on biogeography. **Caribbean Journal of Science**, 41(3): 544-582. 2005.

STILLMAN, J.H. Causes and consequences of thermal tolerance limits in rocky intertidal porcelain crabs, genus *Petrolisthes*. **Integrative and Comparative Biology**, 42: 790-796. 2002.

VELOSO, V.G. e MELO, G.A. Taxonomia e distribuição da Família Porcellanidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) no litoral brasileiro. **Iheringia, Série Zoologia**, 75: 171-186. 1993.



CAPÍTULO 2

DENSIDADE LARVAL E DE ADULTOS DE *Petrolisthes armatus* (GIBBES, 1850) (ANOMURA, PORCELLANIDAE) PRESENTES EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO, PARÁ, BRASIL

Este capítulo foi redigido seguindo as normas da Revista Estuarine, Coastal and Shelf Science (anexo1).

Densidade larval e de adultos de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Anomura, Porcellanidae) presentes em um estuário amazônico, Pará, Brasil

Running head: Larvae and adults of *P. armatus* in the Amazon

Abstract

Petrolisthes armatus é o porcelanídeo mais amplamente distribuído mundialmente, sendo espécie importante para estudos comparativos. O objetivo desta pesquisa foi analisar a abundância de larvas e de adultos de *P. armatus* ao longo de um ano em um estuário amazônico, verificando os períodos de maior presença de fêmeas ovígeras e eclosão das larvas dessa espécie na região, com o intuito de elucidar estes aspectos em um ambiente equatorial. Os estágios de desenvolvimento larval e adulto foram coletados no estuário do Rio Marapanim, Pará, parte integrante da zona costeira amazônica denominada de “litoral do Salgado”, que distingue a porção costeira do Pará com maior influência do Oceano Atlântico da região com maior influência da drenagem do Rio Amazonas, mais próxima à Belém e adjacências. A temperatura, o pH e a salinidade variaram significativamente entre os meses no estuário. A densidade média de *P. armatus* (zoea I e II), correlacionou-se positivamente com a salinidade das águas rasas, e as megalopas e adultos dos afloramentos rochosos com a salinidade no bentos. Também houve correlação significativa positiva entre a densidade larval (zoea I e II) e a temperatura no estuário. As fêmeas ovígeras ocorreram em todos os meses, tendo sido sua frequência menor durante os meses chuvosos, de fevereiro a maio. As larvas ocorreram apenas nos períodos seco e de transição (de agosto a janeiro, junho e julho), não tendo sido coletadas durante o período chuvoso (fevereiro a maio). A salinidade é o principal fator que influencia a atividade reprodutiva dessa espécie na região, o que pode ser evidenciado pela menor densidade de fêmeas ovígeras e baixa quantidade de larvas coletadas durante os meses mais chuvosos (fevereiro a maio), nos quais a salinidade foi significativamente mais baixa. Tanto a densidade das larvas coletadas nas amostras de zooplâncton quanto das megalopas e adultos coletados no bentos, estiveram positivamente correlacionadas com a salinidade. *Petrolisthes armatus* se reproduz durante o ano inteiro no estuário de Marapanim, zona costeira amazônica, sendo a presença de fêmeas ovígeras mais intensa nos meses de agosto (período seco) e junho

(transição chuvoso para seco). Essa espécie se mantém no estuário durante o seu ciclo de vida completo, sendo todas as etapas do seu desenvolvimento, os estágios larvais zoeas I e II, o estágio de assentamento megalopa e os adultos, abundantes na maior parte do ano, o que torna este local muito importante para a conservação desse crustáceo.

Key words: Macrobentos, zooplâncton, reprodução, Decapoda.

1. Introdução

A maioria das espécies de crustáceos conhecidas vive enquanto larvas no ambiente pelágico partindo para uma vida adulta bentônica (Fernandes e Bonecker, 2006). Os porcelanídeos são exemplos de crustáceos que passam pelo estágio larval pelágico, com a eclosão da larva a partir dos ovos carregados pela fêmea, dispersão e alimentação na coluna d'água, até o assentamento, que marca o início da vida associada ao substrato (Queiroga e Blanton, 2005). Este grupo habita principalmente águas costeiras tropicais, subtropicais e temperadas de todos os oceanos (Velooso, 1999). Algumas espécies quando na forma adulta são simbiontes de outros macroinvertebrados (Baeza, 2007), ocorrendo em associação a colônias do poliqueto *Phragmatopoma lapidosa* (Micheletti-Flores e Negreiros-Fransozo, 1999; Fransozo e Bertini, 2001), por exemplo. Estes organismos usualmente eclodem no estágio de zoea, passando por um segundo estágio zoeal antes de se metamorfosear em megalopa (Boschi, 1981; Hiller et al., 2006).

Petrolisthes Stimpson, 1858 é o gênero mais diversificado dentre os porcelanídeos, com 100 espécies atualmente descritas (Rodríguez et al., 2005; De Grave et al., 2009), sendo bem representados nas comunidades estuarinas e de manguezais (Miranda e Mantelatto, 2009). Sua morfologia durante os estágios de *zoea* é a mais bem conhecida deste grupo, com informações disponíveis para 32 espécies (Hernández et al., 2007), sobretudo acerca da sua embriologia e distribuição em zonas específicas (Díaz-Ferguson et al., 2008). *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) é uma das espécies com maior amplitude de distribuição e morfologicamente variável deste grupo (Werding, 2003), abrangendo desde o Atlântico Ocidental, Atlântico Oriental e Pacífico Oriental (Melo, 1999). No Brasil, houve o registro de ocorrência dessa espécie em Fernando de Noronha (litoral Nordeste) e do Maranhão (litoral Norte) até Santa Catarina (litoral Sul

brasileiro) e, mais recentemente, no Pará (Melo, 1999; Barros e Pimentel, 2001), ampliando a distribuição setentrional no Brasil. Habitam principalmente nas regiões do médio e infralitoral (Masunari e Dubiaski-Silva, 1998), influenciando as comunidades bentônicas nas quais estão inseridos, por exemplo, os recifes de ostras (Hollebone e Hay, 2008). O desenvolvimento larval dessa espécie foi primeiramente obtido por Lebour (1943), com descrição dos estágios de zoea I e zoea II, e o desenvolvimento completo para espécimes do Atlântico e do Pacífico foi descrito por Gore (1970) e Gore (1972), respectivamente.

Os estudos que têm sido realizados com *P. armatus* incluem a análise de sua composição, distribuição espacial, estrutura populacional, maturidade sexual e crescimento em praias e regiões estuarinas do Sudeste e Sul do Brasil (Oliveira e Masunari, 1995; Masunari e Dubiaski-Silva, 1998; Miranda e Mantelatto, 2009; Miranda e Mantelatto, 2010a). Algumas pesquisas investigaram a tolerância térmica de *P. armatus* e outras espécies de porcelanídeos e a consequência para sua distribuição (Stillman e Somero, 2000; Stillman, 2002). Também tem sido relatada a sua associação com recifes de areia construídos por poliquetos e como hospedeiro de uma espécie de isópode (Oliveira e Masunari, 1998; Micheletti-Flores e Negreiros-Fransozo, 1999; Bosa e Masunari, 2002; Oliveira e Masunari, 2006; Miranda e Mantelatto, 2010b); além de pesquisas abordando aspectos ecológicos e morfológicos dos estágios larvais (Lima et al., 2005; Magris e Loureiro-Fernandes, 2005; Díaz-Ferguson et al., 2008; Tilburg et al., 2010).

Apesar de o maior número de espécies de porcelanídeos da costa brasileira ter sido registrado na região compreendida entre o Pará e o norte do Espírito Santo (Velo, 1999), poucas pesquisas tem sido realizadas com este grupo na região equatorial. As únicas informações disponíveis sobre *P. armatus* na região estuarina amazônica, referem-se ao registro de primeira ocorrência (Barros e Pimentel, 2001) e descrição da morfologia do estômago de larvas e pós-larvas (Lima et al., 2005). Com vistas a preencher esta lacuna, o objetivo desta pesquisa foi analisar a abundância de larvas e de adultos de *P. armatus* ao longo de um ano em um estuário amazônico, verificando os períodos de maior presença de fêmeas ovígeras e eclosão das larvas dessa espécie na região, com o intuito de elucidar estes aspectos em um ambiente equatorial.

2. Material e Métodos

1.1. Área de estudo

A coleta de *P. armatus* nos estágios de desenvolvimento larval e adulto foi realizada no estuário do Rio Marapanim, Pará, parte integrante da zona costeira amazônica denominada de “litoral do Salgado” ou “Salgado paraense”, que distingue a porção costeira do Pará com maior influência do Oceano Atlântico da região com maior influência da drenagem do Rio Amazonas, mais próxima à Belém e adjacências.

O Município de Marapanim está localizado entre as Reservas Extrativistas (RESEXs) “Mãe Grande de Curuçá” (BRASIL, 2002b) e de “Maracanã” (BRASIL, 2002c), de acordo com o disposto sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (BRASIL, 2002a). Ambas as reservas possuem grande importância para o ecossistema de manguezais, com influência cultural e na geração de renda das populações da região (IBAMA, 2006) situando-se a poucos quilômetros (≈ 20) de uma Área de Proteção Ambiental (APA), sendo considerada área de prioridade extremamente alta para a conservação e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira (MMA, 2004).

1.2. Coleta da macrofauna bentônica

Os adultos de *P. armatus* foram coletados mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007, em quatro locais do estuário (A1 e B1 – próximos à jusante; A2 e B2 – mais a montante da zona intermediária do estuário – Figura 1) junto ao fundo consolidado da porção superior e inferior do médiolitoral, subtraindo-se três subamostras, totalizando 288 amostras no total (12 meses x 4 locais x 2 regiões x 3 subamostras).

A unidade amostral foi um quadrante de policloreto de vinila (PVC), com dimensões de 0,5 m de comprimento por 0,5 m de largura. Os locais de coleta foram escolhidos aleatoriamente durante o período de maré baixa, quando essas regiões intermareais de substrato consolidado, escolhidas aleatoriamente, ficavam expostas. Este tipo de amostragem foi executada em três regiões diferentes, equidistantes, obedecendo a mesma linha horizontal em relação à margem do estuário. Os cinco primeiros centímetros de substrato consolidado foram coletados após a retirada dos fragmentos de rocha, sendo as amostras, colocadas em peneiras de malha de três (3) mm e lavadas em água corrente do estuário para separação dos organismos. Os organismos coletados foram mantidos em gelo, e posteriormente, fixados em glicerol, mantidos no Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos da Universidade Federal do Pará.

Simultaneamente às coletas dos organismos foram retiradas alíquotas de água presente entre os fragmentos rochosos em cada local com uma seringa (3 mL) para a determinação da salinidade com refractômetro óptico (*Atago*). Dados de pluviosidade total e média, por mês, foram obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA, 2007).

Em laboratório, todo o material foi contabilizado e identificado ao nível de espécie, utilizando-se chaves de identificação do trabalho de Melo (1999). A separação dos indivíduos em macho e fêmea e dos estádios de desenvolvimento foi realizada com base em Oliveira e Masunari (1995). A abundância dos exemplares bentônicos foi estimada a partir da divisão do número de indivíduos coletados em cada quadrante pela área ($0,25\text{m}^2$), multiplicado por 4 para obter a unidade ind./m².

1.3. Coleta do zooplâncton

Seis locais foram amostrados para obtenção do zooplâncton ao longo das margens do estuário de Marapanim, Pará. Na margem oeste (sentido cabeceira-foz), perfil mais antropizado, onde estão presentes o Município de Marapanim e as Vilas de Pescadores do Araticum, Aracumirim e Alegria, foram definidos três locais com 4,7Km de distância do primeiro ao segundo, e 6,7 Km de distância do segundo ao terceiro (coordenadas: A1 - 0°38'12" S e 47°38'74" W; A2 - 0°40'35" S e 47°38'31" W; A3 - 0°42'38" S e 47°41'23" W). Os outros três locais (B1 - 0°36'14" S e 47°35'15" W; B2 - 0°40'35" S e 47°36'29" W; B3 - 0°43'43" S e 47°39'35" W) foram estabelecidos na margem oposta, à leste do estuário, onde praticamente não estão presentes aglomerações urbanas (Figura 1). A distância entre B1 e B2 foi de 8,2 Km, e de B2 a B3 de 8,7Km.

Os locais B1, B2 e B3 foram estabelecidos de acordo com a posição dos locais do perfil A, de modo que ficassem aproximadamente na mesma direção considerando as margens do estuário, salvo pela presença de bancos de areia ou de rochas que impossibilitaram a correspondência exata. A definição dos locais de coleta do zooplâncton obedeceu também ao gradiente de salinidade do estuário, de maneira que três zonas foram consideradas: zona I (A1+B1), mais próxima ao mar aberto; zona II (A2+B2), intermediária; e zona III (A3+B3), mais interior do estuário, onde a salinidade da água é mais baixa.

A temperatura e o pH da água foram verificados simultaneamente à coleta das amostras de zooplâncton em cada um dos seis locais com um analisador multiparâmetro *YSI*. Para verificar a salinidade, foram coletadas amostras de água em frascos de polietileno e, em laboratório, analisadas com um refractômetro óptico *Atago*.

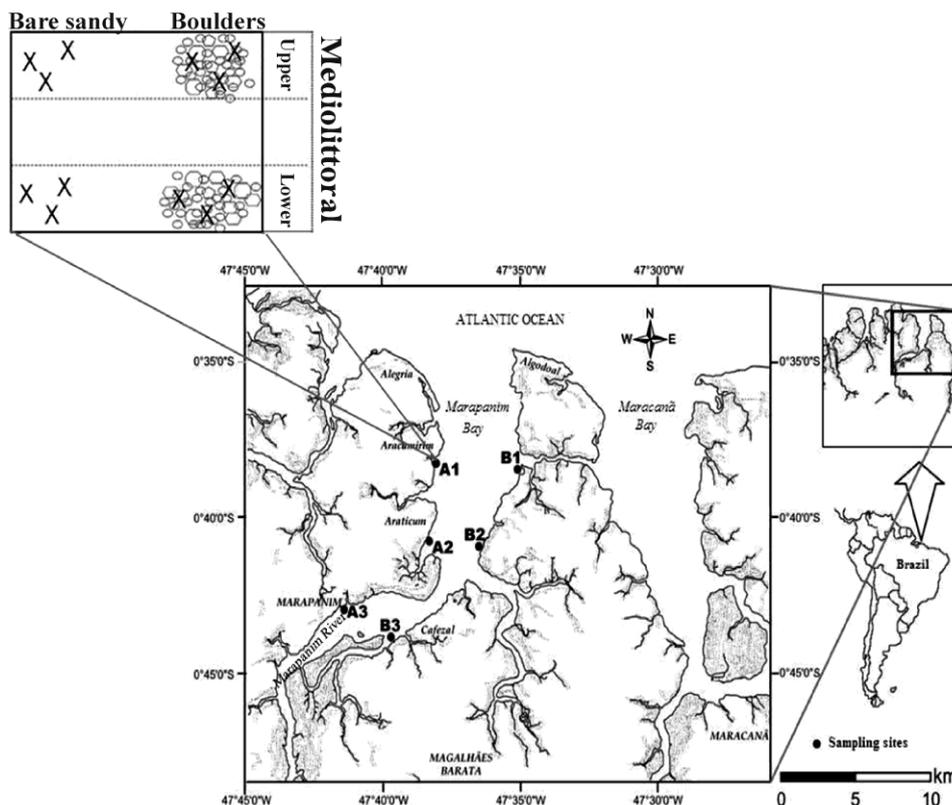


Fig. 1. Mapa com indicação dos locais de amostragem das larvas e adultos de *P. armatus* no período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará (Oliveira et al., 2011).

As amostras de zooplâncton foram obtidas através de arrastos superficiais horizontais, com uma rede cônico-cilíndrica (malha de 200 μ m) equipada com um fluxômetro em sua abertura e fixadas em solução de formaldeído, totalizando 144 amostras (12 meses x 6 locais x 2 arrastos).

Cada amostra de 1L foi subamostrada com um subamostrador tipo Folsom segundo metodologia descrita em Boltovskoy (1981). O volume de 250 mL foi definido para análise das larvas de *P. armatus*. As larvas desta espécie foram separadas das amostras de zooplâncton, analisadas sob microscópio óptico *Zeiss*, dissecadas e identificadas quanto aos estágios de desenvolvimento larval em zoea I e II. Sua identificação seguiu os trabalhos de Gore (1970) e Gore (1972).

O cálculo do volume de água filtrado durante as amostragens foi feito segundo a fórmula: $V = A * R * C$, onde: V = volume de água filtrada durante as amostragens em m^3 ; A = área da abertura da rede em m^2 (para a rede de 0,5 m de diâmetro, $A = 0,19625$); R = número de rotações do fluxômetro antes e depois de cada arrasto (FF – FI); C = fator de aferição após calibração do fluxômetro ($C = 0,32$).

A densidade das larvas de *P. armatus* foi expressa por: $D = n/V$; onde o valor de n correspondeu ao número de larvas coletadas no período de estudo e V , ao volume de água filtrada pela rede (m^3), sendo expressa em larvas/100 m^3 .

1.4. Análise de dados

A variação dos fatores abióticos e da densidade de larvas e adultos de *P. armatus* ao longo do período de estudo (agosto de 2006 a julho de 2007) foi analisada com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, em virtude dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade não terem sido atendidos.

A correlação entre a densidade de *P. armatus* e os fatores abióticos registrados no estuário de Marapanim, Pará, foi verificada pelo coeficiente de correlação de Spearman, $\alpha = 0,05$. Estas análises foram realizadas com o Programa BioEstat 5.0[®] (Ayres et al., 2007).

3. Resultados

A temperatura média nas águas rasas do estuário foi de $28,6^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ sd. A amplitude de variação do pH foi de 3,3 (5,7 a 9,0); enquanto que a salinidade variou de 3 a 35. A salinidade nos onde foram obtidos os *P. armatus* adultos variou de 0 a 44 (Tabela 1).

Tabela 1: Estatística descritiva resumida dos fatores abióticos registrados no canal principal (temperatura, salinidade e pH) e nos boulder field (salinidade macrobentos) do estuário do Rio Marapanim, Pará, entre agosto de 2006 a julho de 2007. IC = intervalo de confiança.

	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão
Temperatura (°C)	27,5	29,7	28,6	28,7	0,5
pH	5,7	9	7,8	7,9	0,6
Salinidade canal principal	3	35	19	20	9,7
Salinidade macrobentos	0	44	17,5	17	10,4

A temperatura, o pH e a salinidade variaram significativamente entre os meses no estuário de Marapanim, Pará. A temperatura foi mais elevada nos meses de agosto a janeiro, mais baixa em fevereiro e março, aumentando novamente de abril a julho (Figura 2A). O pH foi significativamente maior nos meses mais chuvosos, de janeiro a março (Figura 2B). Pelo fato da salinidade não diferir significativamente entre as águas rasas e os afloramentos rochosos, a mediana mensal foi representada em um único gráfico, sendo que os maiores registros ocorreram durante os meses característicos do período seco, de agosto a dezembro; intermediário em janeiro (transição), e menor nos meses mais chuvosos, de fevereiro a julho (Figura 2C).

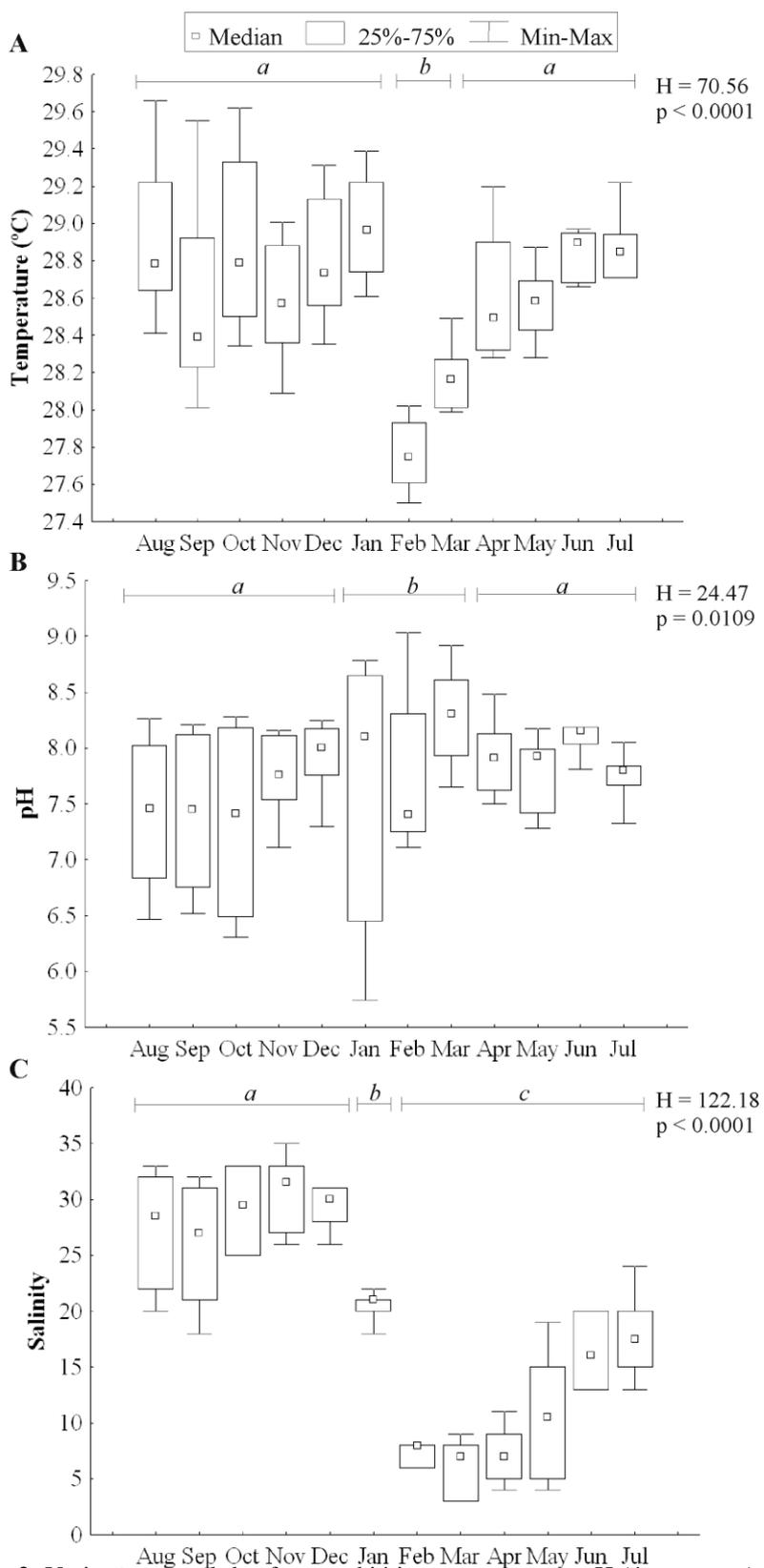


Fig. 2. Variação mensal dos fatores abióticos temperatura, pH (águas rasas) e salinidade (águas rasas e boulder field) durante o período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará. Letras distintas simbolizam diferenças significativas com $\alpha = 0,05$.

Petrolisthes armatus ocorreu nas formas larvais zoea I e zoea II nas águas rasas do estuário, e como megalopa e adulto junto aos da região. Os adultos foram os mais freqüentes, representando 72,7% da população amostrada, seguidos pelos estágios larvais zoea I (19,5%) e zoea II (7,5%), e megalopa quando realiza o assentamento (0,3%) (Tabela 2).

A densidade larval de *P. armatus* foi significativamente mais elevada durante os meses menos chuvosos e de transição, principalmente em dezembro de 2006 e julho de 2007 (Figura 3A). Para os adultos, foi registrado o oposto, tendo sido a densidade significativamente maior nos meses chuvosos de janeiro e fevereiro (Figura 3B).

Tabela 2: Número de indivíduos, densidade e freqüência de *P. armatus* de acordo com o estágio de desenvolvimento. N = número de indivíduos; D = densidade.

Estágios de desenvolvimento	N	D (Nº ind./m ²)	D (Nº larvas/100m ³)	Freqüência (%)
Zoea I	694	-	1988	19,5
Zoea II	268	-	687	7,5
Megalopa	9	144	-	0,3
Adulto	2580	41280	-	72,7

A densidade média de *P. armatus* (zoea I e II), correlacionou-se positivamente com a salinidade das águas rasas do estuário, e as megalopas e adultos dos afloramentos rochosos com a salinidade no bentos (Tabela 3). Também houve correlação significativa positiva entre a densidade larval (zoea I e II) e a temperatura no estuário (Tabela 3).

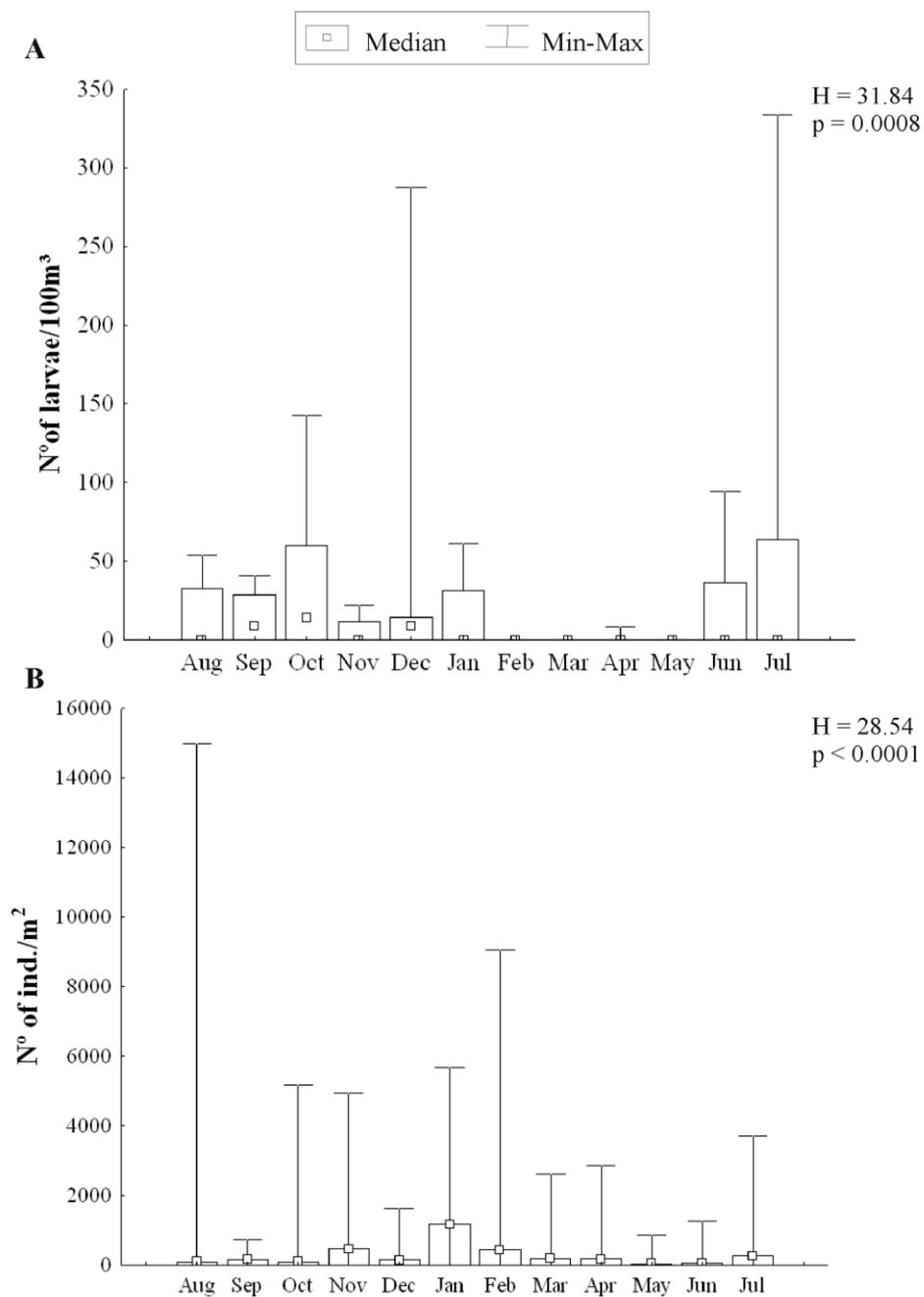


Fig. 3. Densidade de *P. armatus* no período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará. A) Larvas (zoea I e II); B) Adultos.

Tabela 3: Coeficiente de correlação de Spearman (R) entre a densidade de *P. armatus* (larvas e adultos) e os fatores abióticos.

Estágios de desenvolvimento	Temperatura	pH	Salinidade canal principal	Salinidade bentos
Zoea I	*0,69	-0,29	*0,61	-
Zoea II	*0,58	-0,36	*0,64	-
Megalopa	-	-	-	*0,10
Adultos	-	-	-	*0,37

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

As fêmeas ovígeras de *P. armatus* ocorreram em todos os meses, tendo sido sua frequência menor durante os meses chuvosos, de fevereiro a maio. As larvas ocorreram apenas nos períodos seco e de transição (de agosto a janeiro, junho e julho), não tendo sido coletadas durante o período chuvoso (fevereiro a maio) (Figura 4A).

Considerando os diferentes estágios de desenvolvimento, os maiores picos de densidade de zoea I ocorreram em dezembro, com aproximadamente 500 larvas/100m³, e julho, com pouco mais de 450 larvas/100m³. Para as zoea II, julho, outubro e dezembro, com aproximadamente 297 larvas/100m³, 143 larvas/100m³ e 128 larvas/100m³, respectivamente. As megalopas de *P. armatus* ocorreram apenas nos meses de agosto, outubro, janeiro e fevereiro, com maior densidade em agosto (64 ind./m²) (Figura 4B).

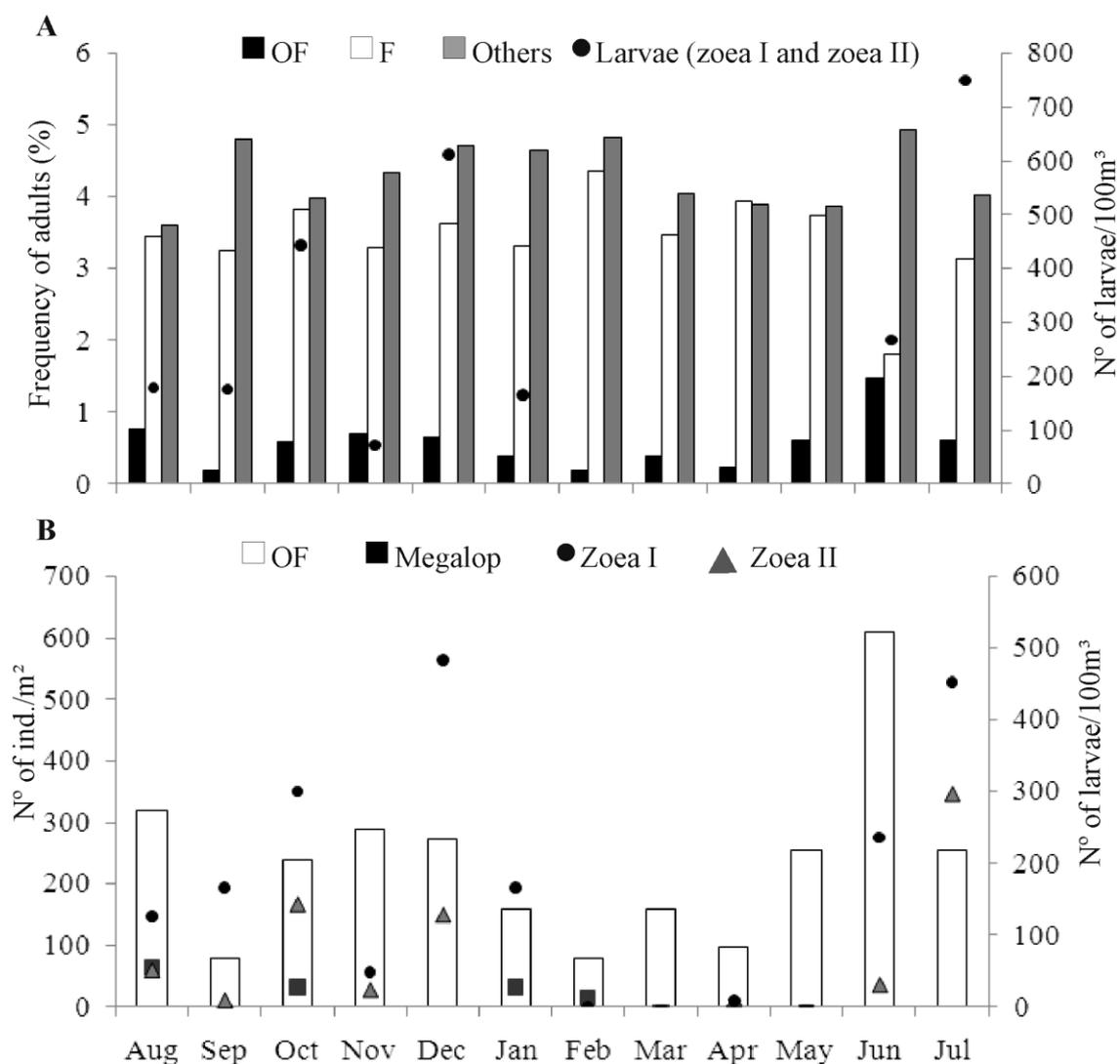


Fig. 4. Relação entre larvas e fêmeas ovígeras de *P. armatus* coletados mensalmente no período de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário de Marapanim, Pará. A) Freqüência de adultos (%) e densidade larval total (N° de larvas/100m³); B) Densidade de adultos e megalopas (N° ind./m²) e dos estágios larvais (zoea I e II) (N° de larvas/100m³). OF = fêmeas ovígeras; F = fêmeas não-ovígeras; Others = megalopa e machos.

4. Discussão

Petrolisthes armatus se reproduz durante o ano inteiro no estuário de Marapanim, zona costeira amazônica, sendo a presença de fêmeas ovígeras mais intensa em agosto (período seco) e junho (transição chuvoso para seco). Essa espécie se mantém no estuário durante o seu ciclo de vida completo, sendo todas as etapas do seu desenvolvimento, os estágios larvais zoeas I e II, o estágio de assentamento megalopa e os adultos, abundantes na maior parte do ano, o que torna este local importante para a conservação desse crustáceo.

A salinidade é o principal fator que influencia a atividade reprodutiva dessa espécie na região, o que pode ser evidenciado pela menor densidade de fêmeas ovígeras e baixa quantidade de larvas coletadas durante os meses mais chuvosos (fevereiro a maio), nos quais a salinidade foi significativamente mais baixa. Tanto a densidade das larvas coletadas nas amostras de zooplâncton quanto das megalopas e adultos coletados no bentos, estiveram positivamente correlacionadas com a salinidade. Segundo Shumway (1983) a salinidade é o principal fator determinante da distribuição local de *P. armatus*. Em um estuário tropical na Costa Rica a abundância larval de *P. armatus* também foi significativamente mais elevada durante o período seco, quando a salinidade da água é maior (Díaz-Ferguson et al., 2008).

Em outras localidades do mundo, sobretudo em regiões temperadas, tem sido documentada principalmente a influência da temperatura no padrão reprodutivo das espécies de decápodes, incluindo os porcelanídeos. Bové (2001) registrou maior taxa de maturação sexual e tamanho médio das fêmeas de *Petrolisthes granulatus* nas regiões de maior latitude, ao longo de cinco localidades da zona norte do Chile; e Emparanza (2007) verificou que a riqueza de comunidades de porcelanídeos é influenciada pela temperatura neste país. Hollebne e Hay (2007) registraram densidades de *P. armatus* em dois estuários na Georgia, EUA, 60% a 90% mais elevadas durante os meses mais quentes em relação aos meses mais frios do ano; além de terem encontrado maior proporção de fêmeas ovígeras durante o período de temperaturas mais elevadas.

Na Ilha do Farol (Paraná), litoral Sul do Brasil, de clima temperado, diferentemente do litoral amazônico equatorial, com temperatura praticamente constante ao longo do ano, o padrão reprodutivo verificado para *P. armatus* esteve principalmente relacionado com a temperatura, com registro de duas coortes bentônicas principais durante o ano, a primeira, mais prolongada e numerosa, com início no verão (entre dezembro e fevereiro); e a segunda, mais breve e menos abundante, no inverno (com

início de recrutamento de megalopas entre maio e junho) (Oliveira e Massunari, 1995). Na costa norte de São Paulo (litoral sudeste brasileiro), não foi detectada correlação significativa entre a abundância de *P. armatus* e os fatores abióticos temperatura e salinidade, em virtude de estes parâmetros terem variado pouco ao longo do período de estudo (Miranda e Mantelatto, 2009). A pequena variação de parâmetros ambientais durante o ano é característico de regiões tropicais, onde praticamente não podem ser distinguidas estações do ano, o que pode explicar a ausência de correlação entre espécimes ocorrentes nessas regiões e as variáveis ambientais (Ayres-Peres e Mantelatto, 2008; Miranda e Mantelatto, 2009).

O padrão de desova das espécies de decápodes é influenciada pelas condições ambientais, e em regiões temperadas costuma ocorrer em um período determinado do ano, quando essas condições são mais favoráveis à reprodução (Dittel e Epifanio, 1990). Considerando os porcelanídeos, Fransozo e Bertini (2001) listaram algumas espécies que se reproduzem em períodos determinados do ano e outras com reprodução durante o ano inteiro. *Petrolisthes boscii* (Audovim, 1826), *P. rufescens* (Heller, 1861), *P. elongatus* (H. Milne Edwards, 1837) e *P. vanderhorsli* Haig, 1956 estão entre os *Petrolisthes* para os quais já foi relatada a reprodução sazonal em alguma localidade do mundo (Lewis, 1960; Wear, 1965; Ahmed e Mustaquim, 1974). Gebauer et al. (2007) registraram um padrão distinto para *Petrolisthes laevigatus* no sul do Chile, com uma longa estação reprodutiva dessa espécie na região, de 11 meses, com início no final do verão e término no meio do verão seguinte.

O estuário amazônico fornece condições para reprodução o ano inteiro, como também foi verificado por Pinto Marques (2009) e Oliveira et al. (2011). Este último trabalho foi o primeiro a relatar a diferença entre padrões de desova de decápodes em um mesmo estuário, sendo as larvas de talassinóideos provavelmente exportadas para a zona costeira com maior salinidade e as larvas de porcelanídeos sendo retidas no estuário. Esta estratégia de retenção larval garante o sucesso de colonização de *P. armatus* na região, com elevada densidade de adultos, tendo sido coletados 12.747 indivíduos durante um ano (Capítulo I desta dissertação). Em outra localidade na região tropical, no estuário de Golfo da Nicoya, Costa Rica, também foi registrado um elevado número de espécimes de *P. armatus*, 15.382 ao longo de um ano (Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora, 2001).

No Sul do país a densidade de *P. armatus* costuma ser bem menor ao registrado em regiões tropicais, por exemplo, Masunari e Dubiaski-Silva (1998) registraram

densidade máxima dessa espécie no Paraná de aproximadamente 668 ind./m². Oliveira e Masunari (1995) relataram o pico de densidade de 305 ind./m² para essa espécie também no estado do Paraná. No litoral de São Paulo, Miranda e Mantelatto (2009) coletaram um total de 775 espécimes de *P. armatus* durante o período de um ano. No presente estudo, a densidade máxima de adultos de *P. armatus* foi registrada em fevereiro, com 3.888 ind./m², o maior pico de densidade dessa espécie registrado na zona costeira brasileira.

Os estágios larvais planctônicos são mais sensíveis às variações ambientais, e a densidade larval de *P. armatus* no estuário de Marapanim, Pará, apresentou correlação significativa com a salinidade (zoea I: R = 0,61; zoea II: R = 0,64). Dentre os estágios larvais encontrados, zoea I foi o mais abundante na região, assim como registrado em um estuário tropical na Costa Rica (Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora, 2001).

Nenhuma pesquisa foi publicada ainda na região tratando sobre as larvas de *P. armatus* no estuário amazônico, impossibilitando a comparação dos resultados encontrados no estuário de Marapanim com outras localidades na região. Uma pesquisa recente que abordou a distribuição larval dessa espécie em uma região estuarina no Atlântico Sul também verificou uma variação significativa da densidade larval de *P. armatus* em função da salinidade da água (Tilburg et al., 2010).

O período reprodutivo de espécies de Pleocyemata tem sido comumente determinado pela frequência de fêmeas ovígeras durante o ano (Sant'anna et al., 2009), método também previamente utilizado para esta espécie no litoral Sudeste do Brasil (Miranda e Mantelatto, 2009). As fêmeas ovígeras de *P. armatus* ocorreram durante todo o ano no estuário de Marapanim, Pará, indicando uma reprodução contínua. Dois picos de atividade reprodutiva mais intensa foram evidenciados: o primeiro ocorreu em dezembro (período seco), com a maior quantidade de zoea I registrada durante o estudo (483 larvas/100m³), além de mais de 100 larvas/100m³ em zoea II, com registro de megalopas nos meses seguintes, janeiro (transição seco – chuvoso) e fevereiro (início do período chuvoso), indicando o início do período de recrutamento. Durante os meses chuvosos (fevereiro a maio) a densidade dessas fêmeas foi menor e não houve registro de larvas de *P. armatus*. No início do período de transição chuvoso – seco, quando as condições começam a se tornar mais favoráveis ao desenvolvimento larval, tem início o segundo pico reprodutivo da espécie na região. Em junho, foram coletadas aproximadamente 235 larvas/100m³ em zoea I, e 31/100m³ em zoea II. No mês seguinte, em julho, a quantidade de larvas que atingiram o segundo estágio de

desenvolvimento é praticamente nove vezes o verificado no mês anterior: 297 larvas/100m³; com registro de megalopas em agosto.

Segundo Díaz-Ferguson et al. (2008) a dinâmica populacional de espécies de decápodes pode ser melhor compreendida integrando o conhecimento dos fatores que ocorrem tanto no ambiente planctônico quanto no bentônico, abrangendo etapas distintas do ciclo de vida dessas espécies. O presente estudo é inédito neste sentido verificando o padrão de abundância e reprodução de *P. armatus* em uma região estuarina amazônica, utilizando tanto informações dos estágios larvais planctônicos quanto dos adultos bentônicos.

Referências

Ahmed, M., Mustaqim, J., 1974. Population structure of four species of porcellanid crabs (Decapoda: Anomura) occurring on the coast of Karachi. *Marine Biology* 26, 173-182.

ANA, 2007. Agência Nacional das Águas. WWW Page, <http://www.ana.gov.br>.

Ayres, M., Ayres Jr., M., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. BioEstat 5.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Instituto do desenvolvimento sustentável Mamirauá – IDSM/MCT/CNPq, Pará, Brasil, 364pp.

Ayres-Peres, L., Mantelatto, F.L.M., 2008. Análise comparativa da estrutura populacional do ermitão endêmico do Atlântico Ocidental *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Anomura) em duas regiões do Estado de São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 98, 28-35.

Baeza, J.A., 2007. The origins of symbiosis as a lifestyle in marine crabs (genus *Petrolisthes*) from the eastern Pacific: Does interspecific competition play a role? *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42, 7-21.

Barros, M.P., Pimentel, F.R., 2001. A fauna de Decapoda (Crustacea) do Estado do Pará, Brasil: lista preliminar das espécies. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia* 17, 15-41.

Bosa, C.R., Masunari, S., 2002. Crustáceos decápodos associado aos bancos de *Phragmatopoma caudata* (Kroyer) (Polychaeta, Sabellariidae) na Praia de Caiobá, Matinhos, Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia* 19, 117-133.

Boltovskoy, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina. 936pp.

Boschi, E.E., 1981. Larvas de Crustacea Decapoda. In: Boltovskoy, D., (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina, pp. 699-758.

Bové, P.H., 2001. Producción y rendimiento reproductivo en *Petrolisthes granulatus* (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) en diferentes localidades del norte de Chile: una comparación latitudinal. *Investigaciones Marinas* 29, 73-81.

BRASIL, 2002a. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de outubro de 2002. WWW Page, <http://www.planalto.gov.br>.

BRASIL, 2002b. Decreto (s/n) de 13 de dezembro de 2002. Cria a Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá, no Município de Curuçá, no Estado do Pará, e dá outras providências. WWW Page, <http://www.iterpa.pa.gov.br/files/UC/F/Resex/>.

BRASIL, 2002c. Decreto (s/n) de 13 de dezembro de 2002. Cria a Reserva Extrativista Maracanã, no Município de Maracanã, no Estado do Pará, e dá outras providências. WWW Page, <http://www.iterpa.pa.gov.br/files/UC/F/Resex/>.

De Grave, S., Pentcheff, N.D., Ahyong, S.T., Chan, T.Y., Crandall, K.A., Dworschak, P.C., Felder, D.L., Feldmann, R.M., Franssen, C.H.J.M., Goulding, L.Y.D., Lemaitre, R., Low, M.E.Y., Martin, J.W., Ng, P.K.L., Schweitzer, C.E., Tan, S.H., Tshudy, D.,

Wetzer, R., 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology* 21, 1-109.

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

Díaz-Ferguson, E., Arroyo, D., Morales, A., Vargas, J.A., 2008. Observaciones sobre la larva del cangrejo marino tropical (Decapoda: Porcellanidae) *Petrolisthes armatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 56, 1209-1223.

Dittel, A.I., Epifanio, C.E., 1990. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Marine Ecology Progress Series* 65, 25-34.

Emparanza, E.J.M., 2007. Patterns of distribution of dominant porcelain crabs (Decapoda: Porcellanidae) under boulders in the intertidal of northern Chile. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 523-531.

Fernandes, L.D.A., Bonecker, S.L.C., 2006. Fases do desenvolvimento larvar e metamorfose em Crustacea Decapoda - artigo de revisão. *Saúde e Ambiente em Revista* 1, 11-17.

Fransozo, A., Bertini, G., 2001. Population structure and breeding period of *Pachycheles monilifer* (Dana) (Anomura, Porcellanidae) inhabiting sabellariid sand reefs from the littoral coast of São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 18, 197-203.

Gebauer, P., Paschke, K., Moreno, C.A., 2007. Reproductive biology and population parameters of *Petrolisthes laevigatus* (Anomura: Porcellanidae) in southern Chile: consequences on recruitment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 729-734.

Gore, R.H., 1970. *Petrolisthes armatus*: A redescription of larval development under laboratory conditions (Decapoda, Porcellanidae). *Crustaceana* 18, 75-89.

Gore, R.H., 1972. *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850): The development under laboratory conditions of larvae from a pacific specimen (Decapoda, Porcellanidae). *Crustaceana* 22, 67-83.

Hernández, G., Bolaños, J., Magán, I., Graterol, K., 2007. Morfología de la primera zoea de los cangrejos marinos *Petrolisthes haigae* y *P. nobilii* (Decapoda: Porcellanidae). *Revista de Biología Tropical* 55, 879-887.

Hiller, A., Kraus, H., Almon, M., Werding, B., 2006. The *Petrolisthes galathinus* complex: Species boundaries based on color pattern, morphology and molecules, and evolutionary interrelationships between this complex and other Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40, 547-569.

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

Hollebone, A.L., Hay, M.E., 2008. An invasive crab alters interaction webs in a marine community. *Biological Invasions* 10, 347-358.

Ibama, 2006. Relatório Final do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no litoral do Brasil – Projeto Estatpesca. Convênio SEAP/PROZEE/IBAMA: 109/2004, Processo N° 00.350.000.749/2004-19. 328pp.

Lebour, M.V., 1943. The larvae of the genus *Porcellana* (Crustacea, Decapoda) and related forms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 25, 721-737.

Lewis, J.B., 1960. The fauna of rocky shores of Barbados, West Indies. *Canadian Journal of Zoology* 38, 391-435.

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.

Magris, R.A., Loureiro-Fernandes, L., 2005. Levantamento preliminar das larvas de Porcellanidae (Decapoda, Anomura) do sistema estuarino dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, Aracruz, Espírito Santo. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 9, 49-54.

Masunari, S., Dubiaski-Silva, J., 1998. Crustacea Decapoda da praia rochosa da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná. II. Distribuição espacial de densidade das populações. *Revista Brasileira de Zoologia* 15, 643-664.

MMA, 2004. Ministério do Meio Ambiente. Mapa das Áreas Prioritárias para a conservação dos biomas brasileiros. WWW Page, http://www.mma.gov.br/?id_estrutura=14&id_conteudo=743.

Melo, G.A.S., 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea. Plêiade/FAPESP, São Paulo. 551pp.

Micheletti-Flores, C.V., Negreiros-Fransozo, M.L., 1999. Porcellanid crabs (Crustacea, Decapoda) inhabiting sand reefs built by *Phragmatopoma lapidosa* (Polychaeta, Sabellariidae) at Paranapuã beach, São Vicente, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 59, 63-73.

Miranda, I., Mantelatto, F.L.M., 2009. Estimating population features of the anomuran crab *Petrolisthes armatus* (Porcellanidae) in a remaining and impacted mangrove area of the western Atlantic. *Journal of Natural History* 43, 2027-2039.

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

Miranda, I., Mantelatto, F.L.M., 2010b. Temporal dynamic of the relationship between the parasitic isopod *Aporobopyrus curtatus* (Crustacea: Isopoda: Bopyridae) and the anomuran crab *Petrolisthes armatus* (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae) in southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research* 38, 210-217.

Oliveira, E., Massunari, S., 1995. Estrutura populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 12, 355-371.

Oliveira, E., Masunari, S., 1998. Population relationships between the parasite *Aporobopyrus curtatus* (Richardson, 1904) (Isopoda: Bopyridae) and one of its porcelain crab hosts *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda: Porcellanidae) from the Farol Island, southern Brazil. *Journal of Natural History* 32, 1707-1717.

Oliveira, E., Masunari, S., 2006. Distribuição temporal da densidade de *Aporobopyrus curtatus* (Richardson) (Crustacea, Isopoda, Bopyridae), um parasito de *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Crustacea, Anomura, Porcellanidae) na Ilha do Farol, Matinhos, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23, 1188-1195.

Oliveira, D.B., Silva, D.C., Martinelli, J.M., 2011. Density of larval and adult forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) from an Amazon estuary, northern Brazil (no prelo).

Pinto Marques, A.S., 2009. Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões (Decapoda) no estuário do Rio Marapanim, Pará, litoral Norte do Brasil. Master thesis, Universidade Federal do Pará, Brasil, unpublished.

Queiroga, H., Blanton, J., 2005. Interactions between behaviour and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. *Advances in Marine Biology* 47, 107-214.

Rodríguez, I.T., Hernández, G., Felder, D.L., 2005. Review of the Western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) with new records, systematic

observations, and comments on biogeography. *Caribbean Journal of Science* 41, 544-582.

Sant'anna, B.S., Reigada, A.L.D., Pinheiro, M.A.A., 2009. Population biology and reproduction of the hermit crab *Clibanarius vittatus* (Decapoda: Anomura) in an estuarine region of southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89, 761-767.

Stillman, J.H., 2002. Causes and consequences of thermal tolerance limits in rocky intertidal porcelain crabs, genus *Petrolisthes*. *Integrative and Comparative Biology* 42, 790-796.

Stillman, J.H., Somero, G.N., 2000. A comparative analysis of the upper thermal tolerance limits of eastern pacific porcelain crabs, genus *Petrolisthes*: influences of latitude, vertical zonation, acclimation, and phylogeny. *Physiological and Biochemical Zoology* 73, 200-208.

Shumway, S.E., 1983. Oxygen consumption and salinity tolerance in four brazilian crabs. *Crustaceana* 44, 76-82.

Tilburg, C.E., Seay, J.E., Bishop, T.D., Miller III, H.L., Meile, C., 2010. Distribution and retention of *Petrolisthes armatus* in a coastal plain estuary: the role of vertical movement in larval transport. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 88, 260-266.

Veloso, V.G., 1999. Família Porcellanidae (caranguejos anomuros marinhos). In: Buckup, L., Bond-Buckup, G. (Eds.). *Os crustáceos do Rio Grande do Sul*. Universidade/UFRGS, Porto Alegre, pp. 398-405.

Wear, R.G., 1965. Breeding cycles and pre-zoea larva of *Petrolisthes elongatus* (Milne Edwards, 1837) (Crustacea, Decapoda). *Transactions of the Royal Society of New Zealand (Zoology)* 5, 169-175.

Werding, B., Hiller, A., Lemaitre, R., 2003. Geographic and depth distributional patterns of western Atlantic Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura), with an updated list of species. *Memoirs of Museum Victoria* 60, 79-85.



CAPÍTULO 3

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Petrolisthes armatus* (GIBBES, 1850) EM UM ESTUÁRIO EQUATORIAL AMAZÔNICO

Este capítulo foi redigido seguindo as normas da ABNT

Dinâmica populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) em um estuário equatorial amazônico

RESUMO

Petrolisthes armatus é uma espécie de grande abundância nos afloramentos rochosos do estuário do Rio Marapanim, e pouco se conhece a respeito desta espécie na região equatorial. O presente estudo teve como objetivo verificar a dinâmica populacional de *P. armatus* no estuário de Marapanim, Amazônia brasileira. Espécimens foram coletados mensalmente de agosto/2006 a julho/2007. Um total de 2583 indivíduos foram examinados (1205 machos, 1066 fêmeas, 176 fêmeas ovíferas e 136 indivíduos de sexo indeterminado). O tamanho dos indivíduos variou de 1,10 mm de LC (sexo indeterminado) em janeiro, a 11,06 mm (macho) em setembro, sendo a média de tamanho dos machos significativamente maior do que das fêmeas ($t=2,01$; $p=0,04$). A razão sexual de *P. armatus* não diferiu significativamente do esperado de 1:1 (razão=0,97:1; $X^2=0,56$). Os parâmetros estimados da curva de von Bertalanffy foram muito semelhantes. De maneira geral, as fêmeas tiveram L_{∞} (comprimento assintótico) maiores que o dos machos. Porém, os machos apresentaram K (constante de crescimento individual) maiores que os das fêmeas, exceto para o método de Elefan I. Os valores de L_{∞} variaram de 14 a 18,5 mm e de K de 0,26 a 0,95 ano⁻¹. *Petrolisthes armatus* da região equatorial brasileira tem reprodução contínua, com duas coortes evidentes, tendo os machos nascidos em junho-julho/06 (coorte 1) e março-abril/07 (coorte 2). A coorte 1 das fêmeas teve nascimento em setembro-outubro/06 e a coorte 2 em março-abril/07. O recrutamento de jovens foi pronunciado no final do período chuvoso (maio-junho) e período seco (outubro-novembro). Consideramos a espécie como r-estrategista por possuir baixa longevidade (2 a 3 anos) e tamanho pequeno (comprimento máximo em torno de 18 mm).

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a dinâmica de populações são geralmente realizados para espécies com importância econômica, como peixes e camarões, com o objetivo de fornecer dados que possam contribuir no desenvolvimento de planos de manejo, visando principalmente estabelecer uma captura máxima sustentável, uma vez que muitos desses

recursos são utilizados de maneira predatória pela pesca (FONTELES-FILHO, 1989; SPARRE e VENEMA, 1997; JENNINGS *et al.*, 2001).

Embora o crescimento corporal dos crustáceos não seja contínuo, devido ao processo de ecdise que ocorre ao longo de sua vida (RUPPERT *et al.*, 2005), estes parecem seguir o modelo de crescimento de von Bertalanffy, uma vez que não é estudado o crescimento individual, pois se assim fosse teríamos uma “curva em forma de escada”, mas sim o crescimento populacional, o que faz a curva tornar-se uniforme (SPARRE e VENEMA, 1997).

A aplicação do estudo de crescimento em crustáceos decápodes sem interesse econômico, utilizando o modelo de crescimento de von Bertalanffy, tem sido realizada recentemente, principalmente com espécies de Anomura: Noro (2001) que estudou a biologia e dinâmica da população de *Aegla leptodactyla* Buckup e Rossi, 1977; Rocha (2007) estudou *Aegla strinatii* Türkay, 1972; além do ermitão *Clibanarius vittatus* Bosc, 1802, estudado por Sant’Anna *et al.* (2008). Outros crustáceos como o lagostim *Parastacus defossus* Faxon, 1898 (NORO e BUCKUP, 2009) e o caranguejo de água doce *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (PINHEIRO e TADDEI, 2005) também foram recentemente estudados.

O conhecimento existente sobre o anomuro *Petrolisthes armatus* versa sobre a sua distribuição, abundância, estrutura populacional, variabilidade genética (OLIVEIRA e MASUNARI, 1995; BROMBAL *et al.*, 1996; DÍAZ-FERGUSON e VARGAS-ZAMORA, 2001; STILLMAN, 2002; HOLLEBONE e HAY, 2008; RODRIGUES, 2009; MANTELATTO *et al.*, 2011) e aqueles que tratam da dinâmica populacional (HOLLEBONE e HAY, 2007; MIRANDA e MANTELATTO, 2009), não utilizam os parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy.

A aplicação desses parâmetros no estudo da população de *P. armatus* além de inédito é importante para o entendimento do seu ciclo de vida, uma vez que esta espécie é predominante nas áreas costeiras bentônicas dos costões e afloramentos rochosos, tem uma ampla distribuição geográfica e desempenha papel fundamental na cadeia trófica desses ambientes. Com isso, o objetivo deste trabalho é estudar alguns aspectos da dinâmica populacional de *P. armatus* em um estuário na Região Equatorial do Atlântico Ocidental, ressaltando a importância deste trabalho para efetuar comparações desta população em diferentes latitudes.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A mesorregião Nordeste do Estado do Pará é uma costa de submersão, baixa e recortada, em que os estuários são fortemente influenciados por macro e mesomarés semi-diurnas (amplitude > 5m), bem como pela ação de ondas, possibilitando a coexistência de diferentes ecossistemas (SENNA, 1992; BERRÊDO *et al.*, 2008). Dentre os estuários desta região está o estuário de Marapanim pertencente a microrregião do Salgado Paraense que se estende por cerca de 5.812,70 km² (SANTOS e LISBOA, 2008). As amostragens foram efetuadas em quatro localidades: A1 (0°38'S e 47°38'W), A2 (0°42'S e 47°41'W), B1 (0°38'S e 47°34'W) e B2 (0°43'S e 47°38'W).

O clima da região é tropical úmido, com temperatura média de 28,8°C, umidade relativa que varia de 80% a 85% (BERRÊDO *et al.*, 2008) e o índice pluviométrico de 2.400 a 3.300 mm por ano (MORAES *et al.*, 2005). O tipo de vegetação é composto por *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa* (VILHENA *et al.*, 2003; BERRÊDO *et al.*, 2008).

DESENHO AMOSTRAL

As coletas foram realizadas nos afloramentos rochosos presentes ao longo do estuário, nas duas margens: oeste (A) e leste (B) do Rio Marapanim, cada uma com dois locais de coleta (A1, A2 e B1 e B2, respectivamente), sendo estes escolhidos de acordo com um gradiente de salinidade. Os locais A1 e B1 foram agrupados como zona 1 (próximos à jusante do estuário) e A2 e B2 como zona 2 (região intermediária do estuário). Em cada local foram realizadas seis amostragens (3 na região superior e 3 na região inferior do entremarés).

O estudo ocorreu ao longo de um ano, com coletas mensais de agosto de 2006 a julho de 2007. Ao total foram obtidas 288 amostras (4 locais x 2 regiões x 3 amostragens x 12 meses).

COLETA DE DADOS

Um amostrador de Policloreto de vinila (PVC) de 0,5 m de comprimento por 0,5 m de largura foi utilizado para demarcação da área de coleta dos porcelanídeos que foram obtidos a partir do substrato consolidado em seis regiões escolhidas de maneira

aleatória, distintas e equidistantes do entremarés, sempre obedecendo a linha horizontal em relação à margem do estuário, sendo três na porção superior e três na porção inferior do médiolitoral. Todas as coletas foram realizadas no período diurno, lua nova e maré baixa.

Os organismos foram coletados manualmente até aproximadamente cinco centímetros de profundidade da área demarcada. O material coletado foi colocado em baldes e peneiras e lavados em água corrente do estuário para separação dos organismos. Cada amostra foi colocada em saco plástico e mantidas em gelo até para posterior congelamento em laboratório.

A salinidade da água foi verificada a partir de amostras retiradas da área delimitada nos fragmentos rochosos concomitantemente às coletas dos organismos, utilizando um refractômetro óptico (ATAGO). A temperatura da água do estuário foi obtida por meio um analisador multiparâmetro (YSI) e os dados de pluviosidade total e média, por mês, foram obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA, 2007).

Em laboratório, após prévio descongelamento das amostras à temperatura ambiente, todo o material foi triado e identificado segundo Melo (1999). A separação dos indivíduos em macho e fêmea e dos estádios de desenvolvimento foi realizada com base em Oliveira e Masunari (1995).

Foram tomadas medidas da largura da carapaça (LC) utilizando-se um paquímetro com precisão 0,01 mm, e peso total (PT) aferido em balança digital de 0,01g. Estas medidas foram realizadas em aproximadamente 200 exemplares ao mês, escolhidos de forma aleatória a partir dos frascos contendo as amostras de *P. armatus*.

ANÁLISE DOS DADOS

A análise de crescimento corporal foi baseada no modelo sazonal de *von Bertalanffy*, que determina as mudanças do tamanho em função da idade dos indivíduos, levando em consideração oscilações sazonais na taxa de crescimento, segundo a equação:

$$L_t = L_{\infty} * [1 - \exp\{-k * (t - t_0) - (CK/2\pi) * \text{sen}(t - t_s)\}]$$

onde:

L_t = comprimento total em mm em uma certa idade t

L_{∞} = comprimento máximo teórico ou assintótico que uma espécie pode atingir

k = coeficiente de crescimento (ano^{-1}), que determina a velocidade que o porcelanídeo atinge o L_{∞}

t = idade média no comprimento L_t (anos)

t_0 = idade do indivíduo com $L_t = 0$ (tempo de duração larval antes de atingir o estágio de megalopa)

C = amplitude de oscilação ($0 \leq C \leq 1$)

t_s = 'summer point' - correspondendo ao período do ano em que a taxa de crescimento é mais alta, porém ele é substituído pelo WP (*winter point*) em algumas rotinas que indica o período do ano em que a taxa de crescimento é menor. Este parâmetro também pode variar de 0 a 1, dependendo da época do ano, sendo que 0 indica período de crescimento menos acelerado e 1 mais acelerado, sendo '0' equivalente a 1º de janeiro e '1' a 31 de dezembro.

O programa computacional FISAT II (FAO/ICLARM Stock Assessment Tools, versão 1.1.2, disponível em <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fisat/>, Gayanilo Jr. *et al.* 2000-2005), foi utilizado para se obter os parâmetros de crescimento do modelo de von Bertalanffy, por meio de diferentes metodologias.

O método indireto de *Bhattacharya* foi utilizado para a análise da progressão modal da largura da carapaça em função do tempo. As medidas individuais de LC foram agrupadas em classes de largura de 1 mm e plotadas por mês. Em seguida, foram identificadas modas ou grupos etários, dos quais foi obtida a largura média de cada coorte por mês, a partir da separação das curvas normais superpostas. Posteriormente, a ligação das médias ao longo dos meses foi realizada para obtenção da curva e parâmetros de crescimento.

Os métodos utilizados para o cálculo dos parâmetros de crescimento para machos e fêmeas foram o de Gulland e Holt (1959), Munro (1982), Appeldoorn (1987) e ELEFAN I (Pauly; David, 1981) todos incluídos como rotinas do pacote computacional FISAT II.

O método de Gulland e Holt calcula os parâmetros de crescimento (K e L_∞) fundamentado no decréscimo linear da taxa de crescimento à medida que a largura máxima teórica é atingida, até então, seu valor tornar-se igual a zero; o método de Munro utiliza dados de incremento de crescimento para estimar L_∞ e K . Já Appeldoorn utiliza os dados de incremento de crescimento para estimar os parâmetros do modelo sazonal da curva de von Bertalanffy, por meio de um ajuste não linear adaptando uma função que minimiza o quadrado das diferenças, e finalmente a rotina ELEFAN I (busca manual e automática) que identifica modas através do cálculo de médias corridas por meio da reestruturação dos dados.

Mortalidade e Recrutamento

Por não se tratar de uma espécie com interesse comercial, não há mortalidade por pesca (F) para *Petrolisthes armatus* e por esta razão foi calculada a mortalidade total (Z) considerando-a igual à mortalidade natural (M). Para o cálculo de Z foram utilizados os métodos de Beverton e Holt, que estima L_{∞} e K a partir dos comprimentos médios dos indivíduos capturados, de acordo com a equação:

$$Z = K * [(L_{\infty} - L_{\text{méd}})/(L_{\text{méd}} - L')]$$

Onde, $L_{\text{méd}}$ é o comprimento médio dos indivíduos capturados e L' é o comprimento ao qual 100% dos indivíduos estão sujeitos à captura; e Ault & Ehrhardt (1991; 1992) que deriva da fórmula de Beverton & Holt (1956) utilizando o comprimento máximo ($L_{\text{máx}}$) dos indivíduos capturados, segundo a equação:

$$\frac{L_{\infty} - L_{\text{máx}}}{L_{\infty} - L'} = \left(\frac{Z*(L' - L_{\text{méd}}) + K*(L_{\infty} - L_{\text{méd}})}{Z*(L_{\text{máx}} - L_{\text{méd}}) + K*(L_{\infty} - L_{\text{méd}})} \right)$$

onde:

$L_{\text{máx}}$ = comprimento máximo (mm) dos indivíduos capturados.

O padrão de recrutamento foi obtido através da observação de pulsos ou picos dos dados de frequência da largura da carapaça ao longo do período de coleta, indicando o tipo de reprodução que ocorre no estuário. Para isso foi necessário estimar o valor de t_0 com o uso da seguinte equação empírica de Pauly (1979):

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.392 - 0.275\text{Log}_{10}L_{\infty} - 1.038\text{Log}_{10}K$$

RESULTADOS

Estrutura populacional

Um total de 12.846 porcelanídeos foram coletados no período de agosto de 2006 a julho de 2007, sendo analisados 2.545 indivíduos (em média 200 exemplares ao mês). Destes, 1.190 eram machos (46,75%), 1.049 eram fêmeas (41,21%), 175 fêmeas ovígeras (6,87%) e 131 indivíduos de sexo indeterminado (5,14%).

O tamanho dos indivíduos variou de 1,7 mm de LC (fêmea) a 11,06 mm de LC (macho). A menor fêmea ovígera foi de 3,3 mm de LC em julho (final do período chuvoso), Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva dos valores de largura da carapaça (LC) de *P. armatus* coletados no estuário de Marapanim, Pará, no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

Sexo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
F	1,7	8,6	4,23	1,28
FO	3,33	9,33	6,38	0,99
IND	1,1	4,86	2,23	0,63
M	1,5	11,06	4,67	1,79
Total geral	1,1	11,06	4,48	1,68

Em todas as classes de largura da carapaça (LC) foram encontrados exemplares e de modo geral as fêmeas foram mais abundantes, no entanto os machos alcançaram os maiores tamanhos (Figura 1).

A razão sexual de *P. armatus* foi de 0,97:1 não diferindo significativamente da proporção de 1:1 ($X^2 = 0,56$; $p > 0,05$).

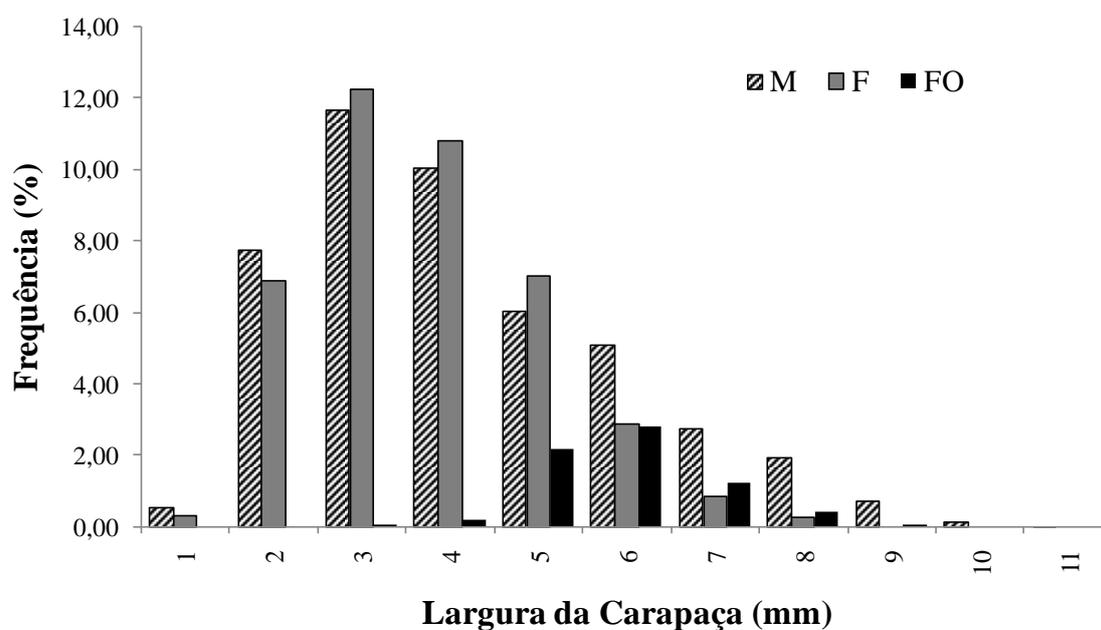


Figura 1. Distribuição de frequência da largura da carapaça (LC em mm) de machos (M), fêmeas (F) e fêmeas ovígeras (FO) de *Petrolisthes armatus* coletados no estuário de Rio Marapanim, Pará, de agosto de 2006 a julho de 2007.

Crescimento corpóreo

Os machos apresentaram distribuição bimodal enquanto a distribuição de frequência de tamanho das fêmeas, com exceção dos meses de dezembro/06 e julho/07, foi unimodal. Quando analisado os sexos agrupados, percebe-se que a maioria das distribuições bimodais ocorrem no período chuvoso (fevereiro, junho e julho) (Figuras 1, 2 e 3).

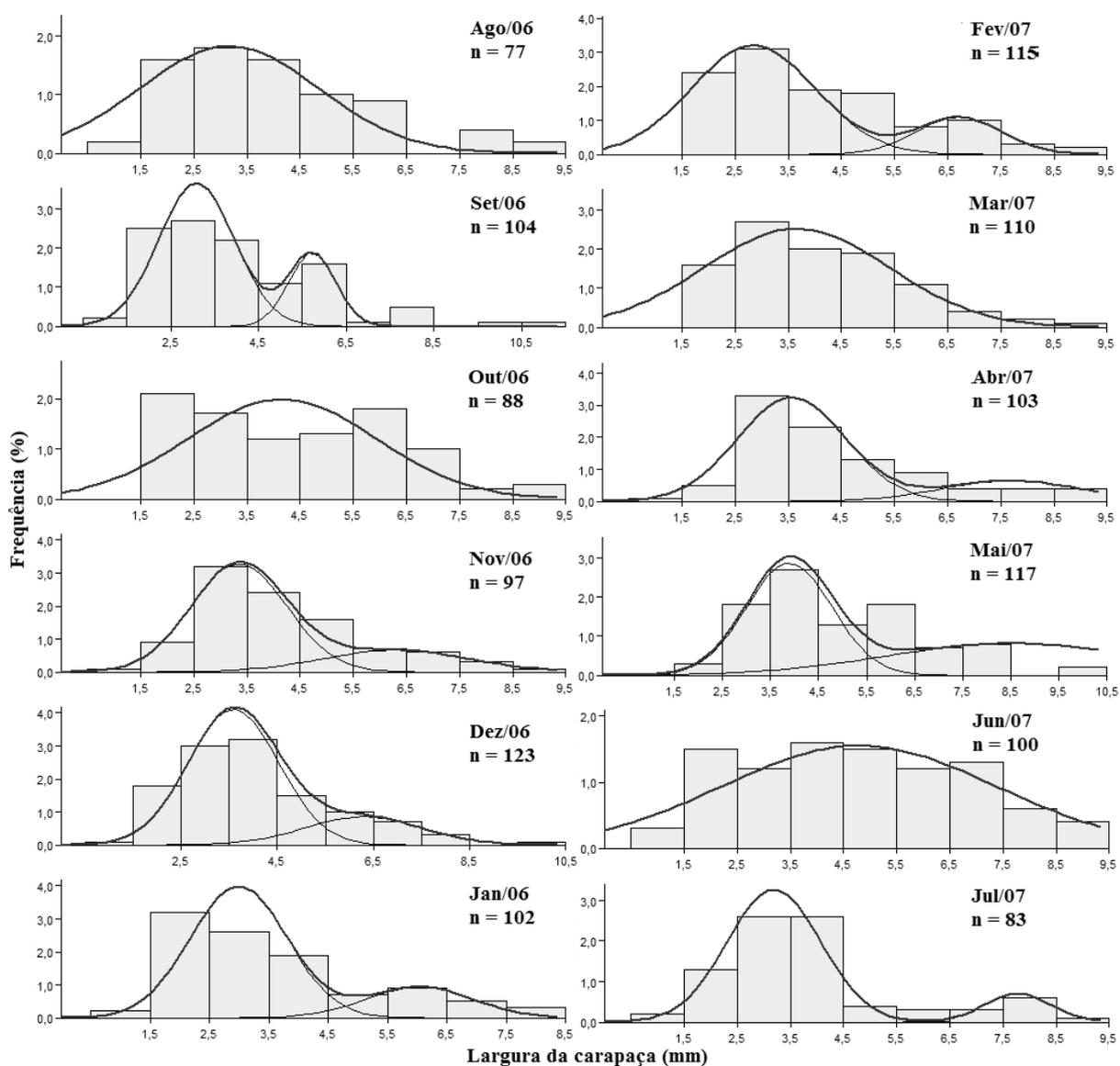


Figura 1. Distribuição de frequência mensal da largura da carapaça (mm) obtida pelo método de Battacharya para machos de *P. armatus* coletados no estuário de Marapanim, Pará, Brasil no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

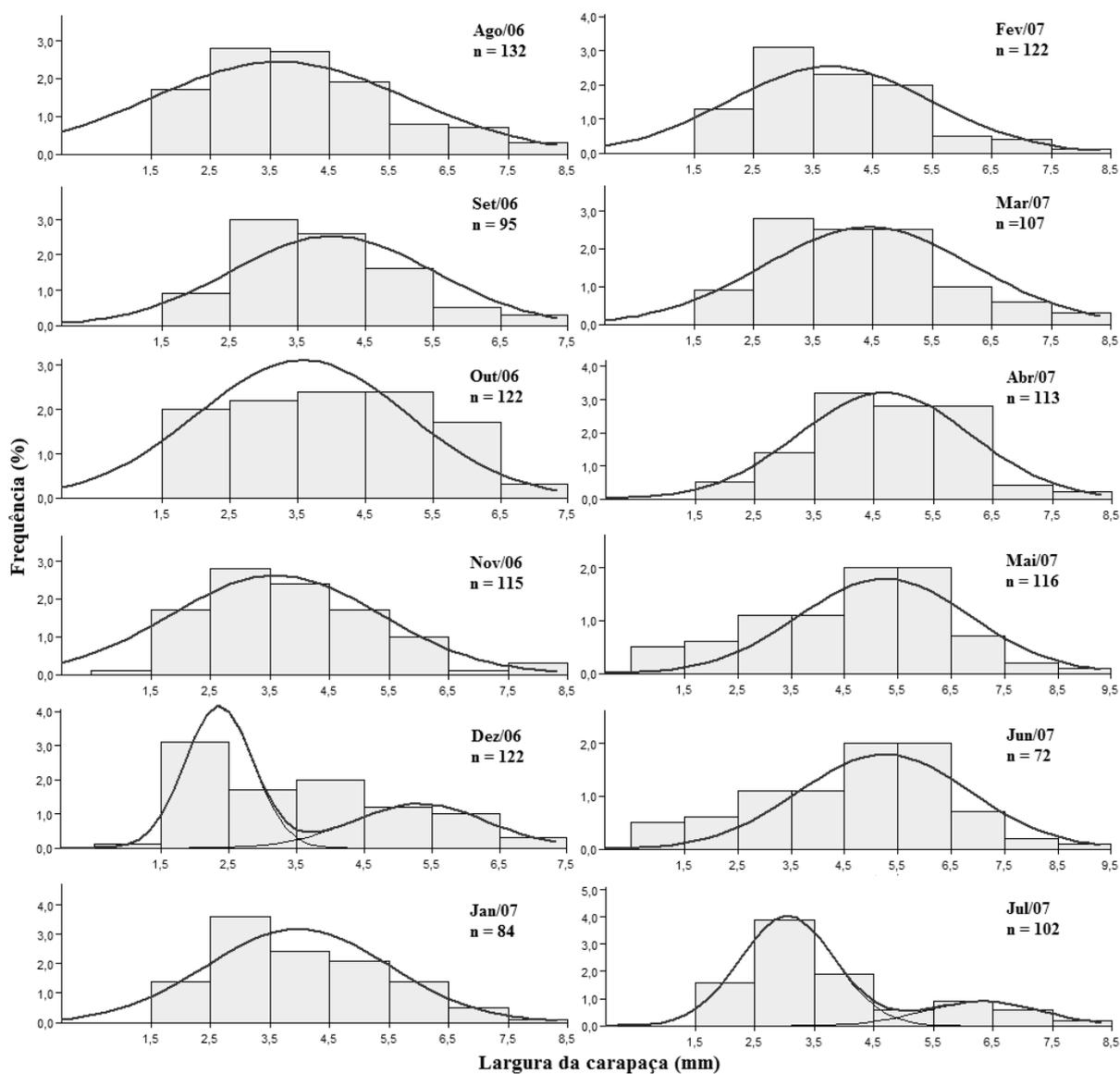


Figura 2. Distribuição de freqüência mensal da largura da carapaça (mm) obtida pelo método de Battacharya para fêmeas de *P. armatus* coletados no estuário de Marapanim, Pará, Brasil no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

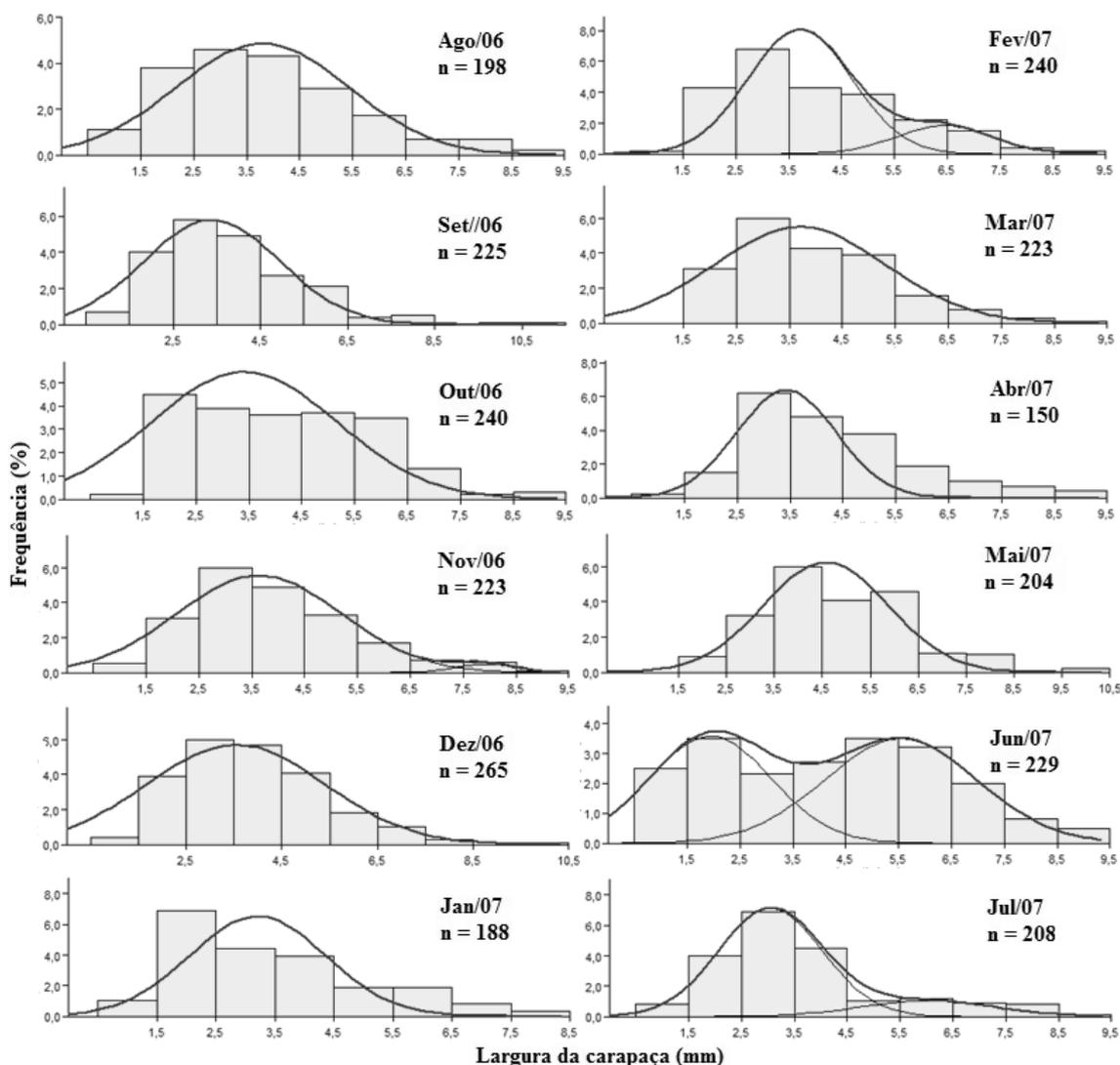


Figura 3. Distribuição de frequência mensal da largura da carapaça (mm) obtida pelo método de Battacharya para sexos agrupados de *P. armatus* coletados no estuário de Marapanim, Pará, Brasil no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

Baseado no seguimento das modas foi possível identificar duas coortes anuais para os machos, que provavelmente nasceram em junho-julho/06 (coorte 1) e março-abril/07 (coorte 2). Para as fêmeas também foram observadas duas coortes anuais, a coorte 1 com nascimento em setembro-outubro/06 e a coorte 2 em março-abril/07 (Figuras 4 e 5).

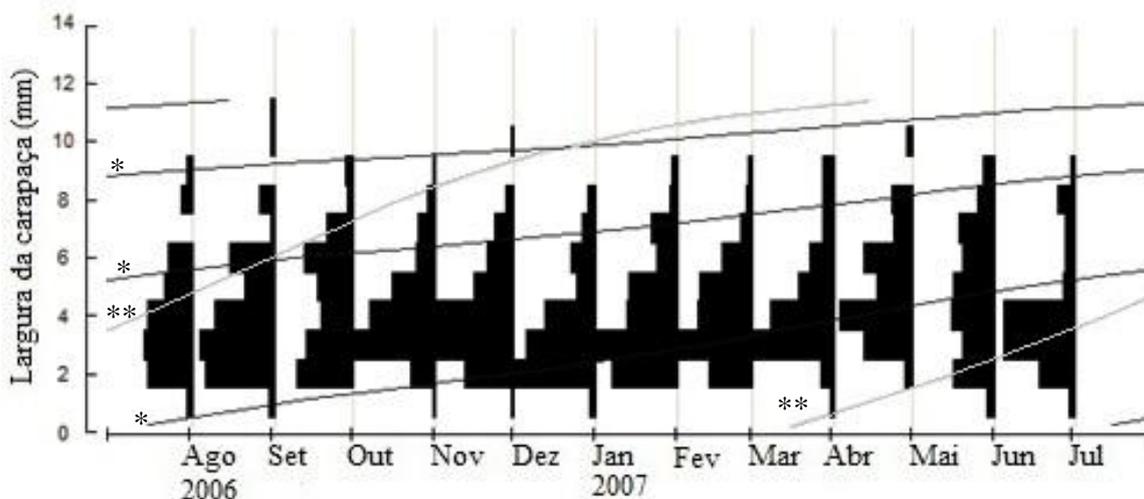


Figura 4. Curva de crescimento obtida pela rotina Elefan I a partir das distribuições de frequência de largura da carapaça (mm) dos machos de *P. armatus* coletados no estuário de Marapanim, Pará, Brasil no período de agosto de 2006 a julho de 2007. * coorte 1; ** coorte 2.

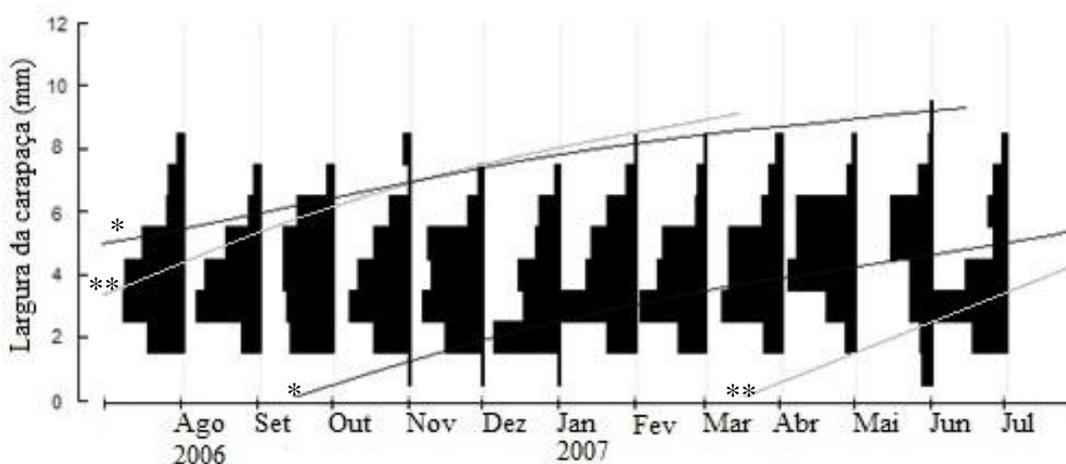


Figura 5. Curva de crescimento obtida pela rotina Elefan I a partir das distribuições de frequência de largura da carapaça (mm) das fêmeas de *P. armatus* coletadas no estuário de Marapanim, Pará, Brasil no período de agosto de 2006 a julho de 2007. * coorte 1; ** coorte 2.

Os parâmetros estimados da curva de von Bertalanffy foram muito semelhantes entre os métodos utilizados. De maneira geral, as fêmeas tiveram L_{∞} (comprimento assintótico) maiores que o dos machos. Porém, os machos apresentaram K (constante de crescimento individual) maiores que os das fêmeas, exceto para o método de Elefan I (Tabela 1). Os valores de L_{∞} variaram de 14 a 18,5 mm e de K de 0,26 a 0,95 ano⁻¹.

As oscilações verificadas pelos métodos de Appeldoorn e Elefan I, no geral, indicam que a espécie tem um crescimento mais lento no primeiro semestre do ano

(período chuvoso), com exceção da primeira coorte dos machos, que mostra um crescimento mais lento no início do período seco (Tabela 2).

Baseado nos valores estimados pelo método de Elefan I, o valor de t_0 para machos foi -0,67 anos e -0,46 anos para fêmeas. A longevidade observada por meio da análise gráfica foi de 3 anos para machos e de 2 anos para fêmeas.

Tabela 2. Parâmetros de crescimento de *P. armatus* estimados da curva de von Bertalanffy, coletados no estuário de Marapanim, Pará, Brasil, no período de agosto de 2006 a julho de 2007. L_{∞} - comprimento assintótico (mm); K – constante de crescimento ano⁻¹; C – amplitude de crescimento sazonal; WP – “Winter-Point”.

Métodos	Coorte	Grupo	L_{∞} (mm)	K(ano ⁻¹)	C	WP
Gulland & Holt	1	Macho	16,5	0,52	-	-
	2		17,4	0,48	-	-
	1	Fêmea	-	-	-	-
	2		17,4	0,27	-	-
Munro's	1	Macho	16,2	0,52	-	-
	2		17,2	0,47	-	-
	1	Fêmea	18,3	0,26	-	-
	2		17,8	0,26	-	-
Appeldoorn's	1	Macho	14	0,58	0,74	0,98
	2		15	0,5	0,34	0,1
	1	Fêmea	16	0,3	0,48	0,64
	2		15	0,47	0,47	0,62
Elefan I	1	Macho	16	0,4	0,3	0,8
	2		17,5	0,95	0,4	0,25
	1	Fêmea	18,5	0,4	0,25	0,3
	2		18	0,7	0,2	0,1

Mortalidade e Recrutamento

A mortalidade total Z foi maior para os machos, variando de $3,32 \text{ ano}^{-1}$ a $3,62 \text{ ano}^{-1}$, enquanto que para as fêmeas a variação foi de $1,77 \text{ ano}^{-1}$ a $2,66 \text{ ano}^{-1}$ e para sexos agrupados, variou de $1,82 \text{ ano}^{-1}$ a $1,99 \text{ ano}^{-1}$ entre os dois métodos (Tabela 3).

Tabela 3. Mortalidade total (Z) estimada para machos, fêmeas e sexos agrupados de *P. armatus* obtida por meio de dois métodos. $L_{\text{médio}}$ (mm) - comprimento médio dos indivíduos capturados; L' (mm) - comprimento mínimo onde 100% dos indivíduos são capturados.

Métodos	Grupos	$Z \text{ (ano}^{-1}\text{)}$	$L_{\text{médio}}$	L'
Beverton & Holt	Machos	3,62	4,67	1,5
	Fêmeas	2,66	4,53	1,7
	Sexos agrupados	1,99	4,48	1,1
Ault & Erhardt	Machos	3,32	4,67	1,5
	Fêmeas	1,77	4,53	1,7
	Sexos agrupados	1,82	4,48	1,1

O padrão de recrutamento de *P. armatus* indica que há reprodução ao longo de todo o ano, porém com dois picos evidentes, indicando a entrada de jovens na população. Para os machos o maior pico ocorre entre maio e junho (final do período chuvoso), para fêmeas entre outubro e novembro (período seco), e para os sexos agrupados o padrão se repete como o de machos e fêmeas, respectivamente (Figura 6).

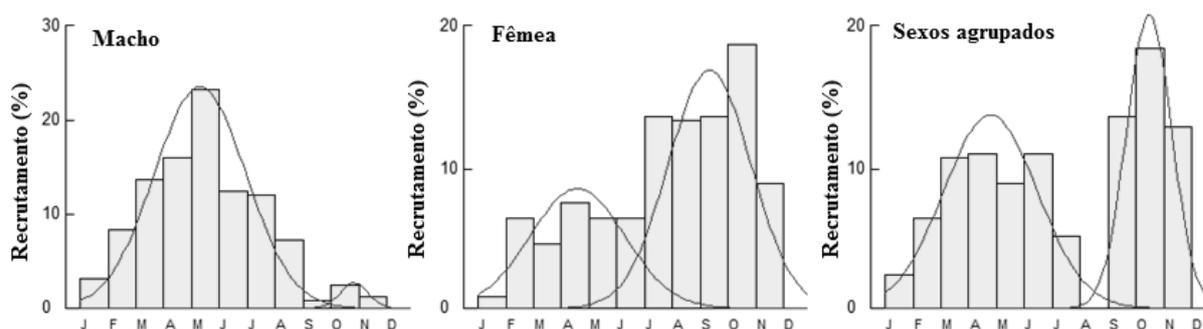


Figura 6. Padrão de recrutamento para *P. armatus* coletados no estuário de Marapanim, Pará, Brasil, no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

DISCUSSÃO

O menor indivíduo encontrado em Marapanim (1,1 mm de LC) é similar ao observado em outros estudos como o de Gore (1982), Oliveira e Masunari (1995), Miranda e Mantelatto (2009) e Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001) que encontraram valores mínimos de LC de 1,1 mm; 1,1 mm; 0,8 mm e 2 mm, respectivamente. No entanto, a largura máxima encontrada de 11,06 mm foi inferior à encontrada pelos autores acima citados (16,8 mm; 13,5 mm; 14,1 mm). A menor fêmea ovígera de 3,3 mm de LC foi menor do que a encontrada por Gore (1982) na costa do Pacífico; no Paraná, por Oliveira e Masunari (1995) com LC de 4,5 mm, e na região de Araçá, São Paulo, por Miranda e Mantelatto (2009), que foi de 4 mm de LC. Este padrão pode ser explicado pelo fato do estuário de Marapanim, Pará, estar localizado na região equatorial onde as maiores temperaturas favorecem a maturidade sexual precoce em relação aos espécimens das demais latitudes.

Machos maiores que fêmeas também foi o padrão observado por Oliveira e Masunari (1995) e Miranda e Mantelatto (2009), que atribuem a isto o fato de que os machos necessitam serem maiores devido ao potencial reprodutivo e à necessidade de fertilização do maior número de fêmeas possível, para terem mais chances de acasalarem e também devido a grande competição entre os indivíduos da população.

O comprimento assintótico (L_{∞}) para as fêmeas foi maior que o dos machos. Porém, os machos apresentaram K maiores que os das fêmeas. A espécie tem um crescimento mais lento no primeiro semestre do ano (período chuvoso), com exceção da primeira coorte dos machos, que mostra um crescimento mais lento no início do período seco e a taxa de mortalidade é maior entre os machos.

Petrolisthes armatus da região equatorial brasileira tem reprodução contínua, com duas coortes evidentes, tendo os machos nascidos em junho-julho/06 (coorte 1) e março-abril/07 (coorte 2). A coorte 1 das fêmeas nasceu em setembro-outubro/06 e a coorte 2 em março-abril/07. O recrutamento de jovens foi pronunciado no final do período chuvoso (maio-junho) e período seco (outubro-novembro). Consideramos a espécie como r-estrategista por possuir baixa longevidade (2 a 3 anos) e tamanho pequeno (comprimento máximo em torno de 18 mm).

Petrolisthes armatus está presente no estuário de Marapanim, Pará ao longo do ano inteiro, no entanto, apresenta duas coortes, uma no período seco e outra no chuvoso, sendo que a primeira tem um crescimento mais lento, corroborando com Oliveira e Masunari (1995) que também encontraram duas coortes, uma de verão com alta

densidade e mais duradoura e uma de inverno, mais curta e menos abundante. As autoras atribuem este fato às altas temperaturas registradas na Ilha do Farol, Paraná (acima de 25°C), fator esse que também pode explicar o mesmo padrão encontrado, uma vez que a temperatura da água do estuário de Marapanim, Pará variou de 27,6°C em fevereiro/2007 (período chuvoso) a 29,7°C em agosto/2006 (período seco) (capítulo II desta dissertação).

As fêmeas obtiveram L_{∞} maiores que os machos, e a taxa de mortalidade foi maior para os machos, isso pode ser explicado pelo comportamento críptico das fêmeas, uma vez que elas procuram lugar mais abrigado como proteção contra predação por outros organismos e devido à incubação dos ovos. Segundo Jennings *et al.* (2001) indivíduos de tamanhos maiores estão sujeitos a menores taxas de mortalidade por predação e também são mais tolerantes às condições extremas do ambiente. Essa diferença na taxa de mortalidade entre os sexos segundo Miranda e Mantelatto (2009) pode ser causada pelo dimorfismo sexual juntamente com a competição intraespecífica, resultando em alta pressão na sobrevivência dos machos associado também ao estresse social e atividades que requerem muita energia.

A ausência de trabalhos de dinâmica populacional envolvendo os parâmetros de crescimento e mortalidade para Porcellanidae inviabiliza qualquer comparação. Há apenas estudos envolvendo anomuros, quais sejam: Noro (2001) com *Aegla leptodactyla*, Rocha (2007) com *Aegla strinatii*; *Clibanarius vittatus* (SANT'ANNA *et al.*, 2008) e outros com braquiúros *Callinectes* como o de Branco e Masunari (1992) e Ferreira e D'Incao (2008).

O recrutamento de jovens foi pronunciado no final do período chuvoso (maio-junho) e período seco (outubro-novembro). Este mesmo padrão foi observado por Oliveira e Masunari (1995) na Ilha do Farol, Paraná, que apesar de também constatarem uma reprodução contínua devido à presença de fêmeas ovígeras ao longo de todo o período de estudo, verificaram também dois picos de recrutamento, um no verão (dezembro-fevereiro) e outro no inverno (maio-junho), atribuindo este fato às características da região. Miranda e Mantelatto (2001) também observaram dois picos bem definidos de recrutamento em Araçá, São Paulo, um no período seco (março) e outro no período chuvoso (janeiro). Segundo os autores, as regiões tropicais favorecem a produção contínua de larvas, devido à considerável disponibilidade de alimentos, mas que esses picos de entrada de jovens são formas estratégicas de evitar a competição com outras espécies bentônicas predominantes. Díaz-Ferguson e Vargas-Zamora (2001)

também consideram que *P. armatus* tem uma reprodução contínua, mas com picos mais intensos ao longo do ano, sendo que no Golfo de Nicoya, Costa Rica, esta espécie também apresentou dois picos reprodutivos, sendo o mais intenso na estação seca. O presente estudo também corrobora o trabalho de Hollebone e Hay (2007), que também obtiveram maior percentual de recrutamento nos meses mais quentes (junho a setembro) na Geórgia (Atlântico Sul) e Oliveira *et al.* (2011) cuja predominância das larvas de *P. armatus* foi registrada no período menos chuvoso do ano.

Sugere-se a realização de mais estudos que levem em consideração os parâmetros abordados neste estudo para futuras comparações com o intuito de conhecer mais a respeito desta espécie, visto que ela tem ampla distribuição geográfica, é muito abundante e predominante nas regiões de substrato consolidado, bem como parte importante na cadeia trófica bentônica, como observado no estudo de Monteiro *et al.* (2009) no estuário de Curuçá, Pará, onde *P. armatus* foi a terceira espécie mais importante como presa do peixe *Lutjanus jocu* com um índice de importância relativa de 33,6%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Agência Nacional das Águas**. Brasília-DF. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acessado em Dezembro de 2007.

RUPPERT, E.E.; FOX, R.S. e BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados Uma Abordagem Funcional – evolutiva**. Rio de Janeiro: Roca. 2005. 1145p.

BERRÊDO, J.F.; COSTA, M.L. e PROGENSE, M.P.S. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, 38(3): 473- 482. 2008.

BHATTACHARYA, C.G. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. **Biometrics**, 23: 115-135. 1967.

BRANCO, J.O. e MASUNARI, S. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 9 (1/2): 53-66, 1992.

BROMBAL, J.C.; RIBEIRO-CHAVES, A.M.; VALADARES, G.F. e LEITE, F.P.P. Distribuição e Estrutura Populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Decapoda: Anomura: Porcellanidae) em Praias Rochosas do Litoral do Sudeste do Brasil. In: **XI Simpósio de Biologia Marinha**, 1996. São Sebastião, São Paulo: USP/CEBIMar. p. 22.

DÍAZ-FERGUSON, E. e VARGAS-ZAMORA, J.A. Abundance of *Petrolisthes armatus* (Crustacea: Porcellanidae) on a tropical estuarine intertidal rocky beach, Gulf of Nicoya estuary, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, 49(2): 97-101. 2001.

FERREIRA, L.S. e D'INCAO, F. Crescimento de *Callinectes sapidus* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no estuário da laguna dos Patos, RS, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 98(1): 70-77. 2008.

FONTELES-FILHO, A.A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará, 1989. 296p.

GAYANILO, F. C., JR., SPARRE, P. e PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide**. Fisheries. F. C. I. Series. 1994.

GORE, R.H. Porcellanid Crabs from the Coasts of Mexico and Central America (Crustacea: Decapoda: Anomura). **Smithsonian Contributions to Zoology**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1982. 34p.

GULLAND, J.A. e HOLT, S.J. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. **Journal Conservation CIEM**, 25(1): 47-49. 1959.

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. **Marine Ecology Progress Series**, 336: 211–223. 2007.

_____. An invasive crab alters interaction webs in a marine community. **Biological Invasions**, 10: 347–358. 2008.

JENNIGS, S; KAISER, M.J.; REYNOLDS, J.D. **Marine Fisheries Ecology**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2001. 432p.

MANTELATTO, F.L.; PILEGGI, L.G.; MIRANDA, I. e WEHRTMANN, S. Does *Petrolisthes armatus* (Anomura, Porcellanidae) form a species complex or are we dealing with just one widely distributed species? **Zoological Studies**, 50(3): 372-383. 2011.

MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea e Astacidea**. São Paulo: Plêiade/FAPESP, 1999. 551p.

MIRANDA, I.S.; MANTELATTO, F.L. Estimating population features of the anomuran crab *Petrolisthes armatus* (Porcellanidae) in a remaining and impacted mangrove area of the western Atlantic. **Journal of Natural History**, 43: 33-34, p. 2027-2039. 2009.

MONTEIRO, D.P., GIARRIZZO, T; ISAAC, V. Feeding ecology of juvenile dog snapper *Lutjanus jocu* (Bloch and Shneider, 1801) (Lutjanidae) in intertidal mangrove creeks in Curuçá Estuary (Northern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 52(6): 1421-1430. 2009.

MUNRO, J.L. Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. **Journal Conservation CIEM**, 40: 199-200. 1982.

NORO, C.K. **Biologia e dinâmica populacional de *Aegla leptodactyla* Buckup & Rossi 1977 (Crustacea, Anomura, Aegilidae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2001. 152p.

NORO, C.K.; BUCKUP, L. O crescimento de *Parastacus defossus* (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). **Zoologia**, 26 (1): 54-60. 2009.

OLIVEIRA, E. e MASUNARI, S. Estrutura populacional de *Petrolisthes armatus* (Gibbes) (Decapoda, Anomura, Porcellanidae) da Ilha do Farol, Matinhos, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(2): 355-371. 1995.

PAULY, D. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Doctoral thesis. Berichte des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel. 1979. 156p.

PAULY, D. e DAVID, N. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, 28(4): 205–211. 1981.

PINHEIRO, M.A.A.; TADDEI, F.G. Crescimento do caranguejo de água doce, *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(3): 522-528. 2005.

ROCHA, S.S. **Biologia reprodutiva, estrutura e dinâmica populacional e avaliação do grau de risco de extinção de *Aegla strinatii* Türkay, 1972 (Crustacea, Decapoda, Aegilidae)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

RODRIGUES, R.C. **Seleção de habitats pelo caranguejo *Petrolisthes armatus* (Anomura: Decapoda) em área de costão**. 2009. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/curso/2009/pi.html>. Acessado em: 27 de abr. 2011.

SANT'ANNA, B.S.; CHRISTOFOLETTI, R.A.; ZANGRANDE, C. M. E REIGADA, A.L.D. Growth of the Hermit Crab *Clibanarius vittatus* (Bosc, 1802) (Crustacea, Anomura, Diogenidae) at São Vicente, São Paulo, Brazil. **Brazilian Archives Biology Technology**, 51 (3): 547-550. 2008.

SANTOS, R.C.P. e LISBOA, R.C.L. Musgos (Bryophyta) da Microrregião do Salgado Paraense e sua utilização como possíveis indicadores de ambientes perturbados. **Rodriguésia**, 59 (2): 361-368. 2008.

SENNA, C.S.F. Geomorfologia. In: **Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Relatório Técnico**. IDESP/IBAMA/SECTAM, Belém-Pa: 59-67. 1992.

SPARRE, P. e VENEMA, S. C. **Introdução à avaliação de estoques de peixes tropicais. Parte 1: Manual. FAO Documento Técnico sobre as Pescas.** Roma: FAO, 1997. 404 p.

STILLMAN, J.H. Causes and consequences of thermal tolerance limits in rocky intertidal porcelain crabs, genus *Petrolisthes*. **Integrative and Comparative Biology**, 42: 790-796. 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo revelou uma considerável abundância de *P. armatus* no estuário no período menos chuvoso. Em relação as regiões do entremarés (superior e inferior) a densidade não diferiu significativamente, indicando que esta espécie se estende por toda essa região de maneira uniforme. A maior densidade de *P. armatus* esteve relacionada à maior salinidade e menor interferência antrópica. O substrato parece ser o fator determinante na ocorrência e distribuição dos jovens e adultos da espécie. Os estágios larvais planctônicos são mais sensíveis às variações ambientais, e a densidade larval de *P. armatus* no estuário de Marapanim, Pará, apresentou maior grau de correlação com a salinidade. Dentre os estágios larvais encontrados, zoea I foi o mais abundante na região. Essa espécie se mantém no estuário durante o seu ciclo de vida completo, sendo todas as etapas do seu desenvolvimento, os estágios larvais zoeas I e II, o estágio de assentamento megalopa e os adultos, abundantes na maior parte do ano, o que torna este local muito importante para a conservação desse crustáceo.

Consideramos a espécie como r-estrategista por possuir baixa longevidade (2 a 3 anos) e tamanho pequeno (comprimento máximo em torno de 18 mm). O estuário de Marapanim, Pará, é uma região propícia ao desenvolvimento de *P. armatus*, ofertando condições ideais à presença da espécie que é dominante e abundante no estuário. Baseado nos dados apresentados anteriormente pode-se dizer que esta espécie também apresenta uma reprodução contínua ao longo do ano, devido à presença constante de fêmeas ovígeras e indivíduos jovens e em todas as classes de comprimento em todos os meses. Mesmo tendo uma reprodução contínua a espécie apresenta períodos bem marcados de reprodução, sendo este maior no período seco.

A aplicação dos parâmetros de crescimento e mortalidade no estudo da população de *P. armatus* além de inédito é importante para o entendimento do seu ciclo de vida, uma vez que esta espécie é predominante nas áreas costeiras bentônicas dos costões e afloramentos rochosos, tem uma ampla distribuição geográfica e desempenha papel fundamental na cadeia trófica desses ambientes.

ANEXO 1