



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



FRANCIELLY ALCÂNTARA DE LIMA

**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE LARVAS DE BRACHYURA EM UM
ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

BELÉM, PARÁ
2017

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

FRANCIELLY ALCÂNTARA DE LIMA

**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE LARVAS DE BRACHYURA EM UM
ESTUÁRIO 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 Mestra em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli-Lemos

BELÉM, PARÁ
2017

Dados Internacionais de Catalogação- na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Ciências Biológicas - UFPA

Lima, Francielly Alcântara de

Composição e abundância de larvas de Brachyura em um estuário amazônico / Francielly Alcântara de Lima; Orientadora, Jussara Moretto Martinelli-Lemos. - 2017.

64 f. : il.

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2017.

1. Caranguejo – larva – Marapanim (PA). 2. Estuários – Marapanim (PA). 3. Decápode (Crustáceo). 4. Zooplankton. I. Martinelli-Lemos, Jussara Moretto, orientadora. II. Título.

CDD – 22 ed. 595.386098115

FRANCIELLY ALCÂNTARA DE LIMA

**COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE LARVAS DE BRACHYURA EM UM
ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas.

Data: 23/02/2017



Orientadora:

Prof. Dra. Jussara Moretto Martinelli-Lemos
Universidade Federal do Pará (ICB-Belém)


Examinadores:



Prof. Dr. Fernando Araújo Abrunhosa
Universidade Federal do Pará (IECOS-Bragança)



Prof. Dr. Marcelo Petracco
Universidade Federal do Pará (FAOC/IG-Belém)



Dra. Danielly Brito de Oliveira
(ICMBio-Belém)

Suplentes:

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho
Universidade Federal do Pará (IG-Belém)

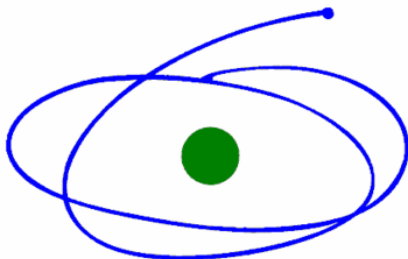
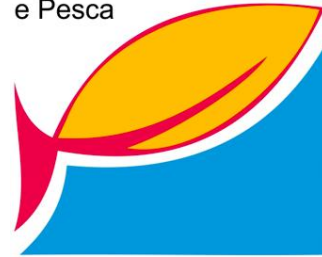
Prof. Dra. Virág Venekey
Universidade Federal do Pará – UFPA

BELÉM, PARÁ
2017

INSTITUIÇÕES DE APOIO E FONTE FINANCIADORA



Programa de Pós-Graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



C A P E S



Projeto CT-Amazônia

BIODECA

"A humildade é o primeiro degrau para a sabedoria."

Tomás de Aquino

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por me conceder força e coragem para seguir em frente sempre.

Agradeço à **Universidade Federal do Pará (UFPA)**, por meio do **Programa de Pós Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP)** pela importante contribuição para minha formação.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ)**, pela concessão da bolsa de Mestrado.

À minha orientadora **Dra. Jussara Lemos**, por me acolher em seu grupo, pela atenção, paciência, ensinamentos e amizade.

À **Dra. Danielly Brito**, por me apresentar ao maravilhoso mundo das larvas.

Ao professor **Dr. Fernando Abrunhosa** e **Tayse Nascimento**, pela ajuda na identificação da larva mais peculiar que encontrei.

Às “gpeças”, **Alyne, Andréia, Ana Carolina, Dalila, Danielle, Leiliane, Priscila, Marcela e Miani**, por me acolherem de braços abertos, pelos conhecimentos compartilhados, infinita paciência, carinho e principalmente pela amizade verdadeira. Não deixando de citar **Gilnélio, Marcos, Raphael** e **José**. Com vocês as manhãs/tardes de trabalho se tornam mais leves e divertidas.

Aos meus queridos pais **Francisco** e **Maria de Fátima**, por todo incentivo, preocupação, lições e histórias que levarei por toda a vida.

Ao meu irmão **Franklin**, pelas palavras encorajadoras, as vezes imperativas, e por acreditar em minha capacidade.

Ao meu amor **Victor Afonso**, por se fazer presente, ouvir quando foi preciso e falar quando eu não tinha palavras. Por me apoiar quando vacilei, por ser paciente e crer que tudo é possível.

Aos meus grandes amigos e irmãos em outras vidas, **Nelson** e **Marysol**. Obrigada por suportarem minhas reclamações, atitudes impulsivas e oscilações de humor.

Aos amigos que o mestrado trouxe de presente, **Claíde, Manoella, Nayara, Nilson, Surama, Thayara, Victoria** e **Yuri**. Estamos juntos nessa caminhada, adoro vocês!

E àqueles não citados aqui, mas que participaram direta ou indiretamente dessa conquista.
MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 9 |
| INTRODUÇÃO..... | 10 |
| Zona Costeira Amazônica..... | 10 |
| Recrutamento e dispersão larval de Brachyura..... | 11 |
| Fatores abióticos que afetam as larvas..... | 12 |
| Abundância e distribuição larval de Brachyura..... | 13 |
| OBJETIVOS | 22 |
| Geral..... | 22 |
| Específicos..... | 22 |
| METODOLOGIA..... | 23 |
| Área de estudo..... | 23 |
| Coleta e análise de material..... | 24 |
| Análise de dados..... | 26 |
| REFERÊNCIAS | 27 |

CAPÍTULO 1

Composição e abundância de larvas de Brachyura em um estuário amazônico

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO..... | 43 |
| METODOLOGIA..... | 45 |
| Área de estudo..... | 45 |
| Coleta de dados..... | 45 |
| Análise de dados..... | 47 |
| RESULTADOS | 48 |
| Variáveis ambientais..... | 48 |
| Composição larval de Brachyura..... | 49 |
| DISCUSSÃO | 53 |
| CONCLUSÃO..... | 58 |
| AGRADECIMENTOS | 58 |
| FINANCIAMENTO | 58 |
| REFERÊNCIAS | 58 |

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação foi elaborada em formato de artigo científico, de acordo com o Regimento em vigor do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará. É composta por uma Introdução Geral, Objetivos Geral e específicos, Metodologia Geral, um artigo científico e Considerações Finais.

A introdução geral aborda uma breve apresentação sobre o estuário amazônico, a contribuição das fases larvais de Brachyura no zooplâncton deste ambiente, estratégias de dispersão larval adotadas pelas espécies, bem como os principais fatores que influenciam sua distribuição e abundância.

O artigo será submetido à revista *Journal of Plankton Research*, e teve como objetivo conhecer a composição e a abundância larval de espécies de Brachyura em um estuário amazônico, e a influência dos fatores temperatura, salinidade e pH na distribuição da densidade das larvas.

INTRODUÇÃO

Zona Costeira Amazônica

A zona costeira da região amazônica é um ambiente estuarino-marinho muito dinâmico, caracterizado por uma das mais altas descargas de sedimentos, nutrientes dissolvidos e matéria orgânica do planeta (Demaster e Pope, 1996; Geyer et al., 1996). É composta por dezenas de estuários, incluindo o do Rio Amazonas e comporta o maior sistema de manguezais em extensão contínua do mundo (Kjerfve et al., 2002). Processos meteorológicos e físicos tais como precipitação, ventos, correntes, marés e ondas, regem as variações de turbidez, salinidade, concentração de nutrientes e a formação de blooms de fitoplâncton ao longo da costa (Santos et al., 2008). Nesse ambiente também se observam elevada biomassa de zooplâncton costeiro e valores de salinidade mais baixos, que são ocasionados pela pluma do Rio Amazonas (Boltovskoy, 1999). No entanto, a entrada dessa água doce no oceano pode levar a redução da diversidade de grupos planctônicos (Alvariño, 1968).

O zooplâncton estuarino amazônico é altamente diversificado, com representantes pertencentes à grande maioria dos filos zoológicos, como Protista, Cnidaria, Nematoda, Platyhelminthes, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Bryozoa, Chaetognatha, Echinodermata e Chordata (Krumme e Liang, 2004; Costa et al., 2011; Palma et al., 2013; Leite et al., 2016). Em comunidades zooplancônicas estuarinas, Crustacea é um grupo que se destaca por sua vasta predominância tanto em ambientes tropicais quanto temperados, representado principalmente pelos Copepoda (Brugnoli-Olivera et al., 2004; Marques et al., 2007; Neumann-Leitão et al., 2008; Jerling et al., 2010) no ambiente estuarino-marinho. Além destes, larvas meroplancônicas de Decapoda estão entre os principais componentes do zooplâncton, e em alguns casos constituem cerca de 50% da biomassa planctônica total (McConaughy, 1992).

Entre os Decapoda, zoea da Infra-Ordem Brachyura (caranguejos e siris) são especialmente abundantes, chegam a ser dominantes na densidade de Decapoda nas amostras de plâncton de algumas regiões em determinadas épocas do ano (Schwamborn et al., 2001; Fernandes et al., 2002; Koettker e Freire, 2006). As várias fases de zoea de Brachyura são típicas do zooplâncton, alimentam-se e crescem no meio pelágico, realizam sucessivas mudas, até atingirem o estágio de megalopa, ainda larval, quando tornam-se aptas ao assentamento (Boltovskoy, 1981).

Esse grupo é um dos mais estudados e o mais diversificado de crustáceos, com 6.793 espécies conhecidas, distribuídas em 93 famílias e 38 superfamílias (Ng et al., 2008). A mais recente revisão sobre sua biodiversidade, levantou 370 espécies de caranguejos ocorrendo ao longo de toda a costa do Brasil, baseada em exemplares adultos (Melo, 1996). Restringindo a ambientes marinhos e estuarinos das regiões Norte e Nordeste do país, há ocorrência de 272 espécies de caranguejos braquiúros, pertencentes a 39 famílias, com maior número de representantes em Majidae, Portunidae, Epialtidae, Panopeidae e Xanthidae (Coelho et al., 2008). Porém, quando se trata do conhecimento do desenvolvimento larval completo, menos de um terço (apenas 87 das 272 espécies) apresenta desenvolvimento total ou parcialmente descrito (Tabela 01), bastante escasso em comparação com o que foi publicado sobre juvenis bentônicos e adultos, apesar de seu importante papel na biologia do desenvolvimento, dinâmica de recrutamento de populações, biogeografia, genética entre outros (Anger, 2001).

Recrutamento e dispersão larval de Brachyura

Brachyura, assim como outros grupos de crustáceos decápodes, possuem estratégias de recrutamento e dispersão de suas larvas, favorecendo o fluxo genético e a colonização de novas áreas (Boschi, 1981). Nos ambientes estuarinos ou habitats costeiros, a dispersão larval reduz a competição por espaço, a taxa de predação de jovens, além de problemas de osmorregulação (Koetter e Freire, 2006). Para caranguejos braquiúros que vivem e dependem de estuários, verificam-se estratégias tanto de exportação como de retenção larval. Espécies que residem no interior do estuário podem exportar suas larvas para a região costeira adjacente, regressando posteriormente ao habitat parental quando megalopa [ex. *Uca pugnax* (O' Connor e Epifanio, 1985); *Ucides cordatus* (Simith e Diele, 2008); *Uca tangeri* (Spivak e Cuesta, 2009); *Uca vocator* (Simith et al., 2012)], enquanto que outras, podem se desenvolver completamente dentro do estuário [ex. *Rhithropanopeus harrisi* (Cronin, 1982); *Sesarma curacaoense* (Anger et al., 1995); *Armases miersii* (Anger, 1996)]. O comportamento inverso também pode ocorrer, de forma que larvas em estágios iniciais de espécies costeiras entram no estuário, retornando quando megalopa, ou se desenvolvem e completam todo seu ciclo de vida na própria região costeira como *Ocypode quadrata* (Díaz e Costlow, 1972; McDermott, 2013).

Em ambientes estuarinos, entende-se como retenção a movimentação de larvas em direção a camadas mais profundas da coluna d'água, e o deslocamento dessas massas d'água em direção às margens (Young e Chia, 1987). Isto ocorre devido à capacidade das espécies de

realizar migração vertical, regulando sua posição na coluna de água de acordo com o movimento das marés. Geralmente, estuários com alta entrada de água doce apresentam um fluxo superficial em direção ao mar, e um fluxo em profundidade direcionado à montante. Desse modo, as larvas podem se manter em uma posição vertical específica, que determinará a direção para qual serão transportadas, bem como se posicionarem em uma região do estuário alternando entre posições rasas e profundas (Sandifer, 1975; Yannicelli et al., 2006). Para larvas de caranguejo, a maioria das investigações que estimaram a abundância e os padrões de distribuição vertical em relação à fase de maré, concluíram que de fato, o comportamento das larvas controla o transporte dentro e fora de estuários (Lochmann et al., 1995).

Outras hipóteses tentam explicar o fenômeno migratório vertical, contudo, quando se trata de estuário, existe uma grande variabilidade entre espécies, entre estuários, e muitas vezes dentro de um mesmo estuário, considerando a extensão e o gradiente de salinidade entre suas zonas. A dinâmica local possivelmente influencia muitos destes padrões migratórios, além de demandar adaptações a condições ambientais extremas (Cronin e Forward, 1986).

A posição vertical de larvas de vários grupos zooplanctônicos, de uma forma geral, também pode ser influenciada por variações de parâmetros como salinidade, luz, pressão, gravidade e temperatura (Dittel e Epifanio, 1990), juntamente com características biológicas e condições meteorológicas, tais fatores podem controlar a distribuição e dinâmica dos organismos em estuários (Vieira et al., 2003). Dentre estes, os efeitos da temperatura e salinidade sobre a distribuição espacial e temporal do zooplâncton tem sido os mais amplamente estudados (Lopes, 1994; Rios-Jara, 1998; Badylak e Philips, 2008).

Fatores abióticos que afetam as larvas

A temperatura média da água é um dos fatores capazes de afetar a sobrevivência e o desenvolvimento de embriões e de larvas de decápodes (Ismael e Moreira, 1997; Hamasaki, 2003; Jackson et al., 2014). Sua elevação geralmente reduz a duração do período larval de caranguejos (Anger, 1991; Lárez et al., 2000; Hamasaki et al., 2009). Em ambiente natural, as larvas podem estar expostas a diferentes temperaturas, variações diurnas, de marés ou águas estratificadas termicamente. Em regiões temperadas, larvas expostas a mudanças sazonais de temperatura apresentam desenvolvimento distinto àquelas submetidas a temperaturas constantes. A duração do período larval tende a diminuir quando em temperaturas mais elevadas e aumentar em temperaturas mais baixas, assim como a sobrevivência pode ser

maximizada durante os meses mais quentes do verão, e reduzida em menores temperaturas (Bryars e Havenhand, 2006).

Contudo, o fator com maior amplitude de variação, e provavelmente o mais importante estruturador das comunidades estuarinas é a salinidade (O'Connor e Epifanio, 1985). Suas altas e constantes variações no ambiente afetam a fisiologia e a ecologia dos organismos (Anger, 2001). Em larvas de crustáceos decápodes o estresse salino é responsável por fortes pressões de seleção, afetando taxas de alimentação, crescimento, sobrevivência, desenvolvimento larval, restringe a distribuição geográfica das espécies, além de induzir as espécies a criar estratégias de adaptação (Costlow et al., 1960; Giménez e Anger, 2001; Anger, 2003). Limites extremos superiores e inferiores de tolerância à salinidade são apontados como causadores de mortalidade e desenvolvimento larval prolongado, no entanto, cada espécie possui uma salinidade ótima de sobrevivência e desenvolvimento (Anger, 2003). A tolerância das espécies de caranguejo à salinidade, normalmente indica se o desenvolvimento das larvas ocorre dentro ou fora de estuários, em regiões costeiras adjacentes (Diele e Simith, 2006). Outro fator importante a ser considerado é o pH, reduções em seus valores também podem exercer diversos efeitos sobre os crustáceos decápodes, como diminuição da taxa metabólica (Carter et al., 2013), diminuição de sobrevivência de caranguejos (Long et al., 2013), além de retardar o desenvolvimento larval e alterar taxas de mortalidade (Miller et al., 2016).

Abundância e distribuição larval de Brachyura

Estudos realizados com larvas de Brachyura na costa do Brasil tem focado em aspectos como: reinvasão (Negreiros-Franzoso et al., 2002), distribuição espaço-temporal (Silva-Falcão et al., 2007; Brandão et al., 2011; Sankarankutty, 1995), alimentação (Schwamborn et al., 2006), influência da salinidade no desenvolvimento larval (Simith et al., 2012), tolerância à salinidade (Diele e Simith, 2006); taxonomia (Vieira e Calazans, 2010; Koettker et al., 2012) e desenvolvimento larval em laboratório (Franzoso et al., 2001; Santana et al., 2004; Vieira e Rieger, 2004; Lima e Abrunhosa, 2006; Barros-Alves et al., 2013; Souza et al., 2013; Mantelatto et al., 2014; entre outros). Poucos trabalhos são direcionados à composição e à abundância de larvas de Brachyura especificamente (Brandão, 2013). Observa-se que a maioria dos estudos abordam Brachyura como parte da diversidade geral de comunidades zooplanctônicas, em estuários e zonas costeiras (Schwamborn et al., 2001; Koettker e Freire, 2006; Neumann-Leitão et al., 2008; Cavalcanti et al., 2008) e em se

tratando da região costeira amazônica, pesquisas deste tipo são ainda mais restritas (Costa et al., 2011; Costa et al., 2013). Tal escassez pode estar relacionada à complexidade de identificação das larvas, pois de acordo com Gonzáles-Gordillo (2001), fatores como espécies ainda sem descrição larval, mudança de gênero ou família de espécies descritas anteriormente, descrições e ilustrações nem sempre disponíveis em boa qualidade, dificultam a identificação dos indivíduos até o nível de espécie.

Apesar de todas estas restrições, estudos sobre composição, abundância e distribuição larval surgem como um método eficaz de conhecimento e avaliação de populações, porque permitem a obtenção de informações sobre espécies que habitam a região, período reprodutivo, além de estratégias de dispersão e retenção larval. Desta forma, investigações desse tipo podem facilitar o entendimento da ecologia de braquiúros estuarinos e semiterrestres com larvas meroplanctônicas.

Tabela 1: Estado atual do conhecimento em relação à descrição larval e hábitat dos Brachyura marinhos e estuarinos das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Os diferentes estágios foram representados em algarismos romanos, PZ: pré-zoea, Z: zoea e megalopa.

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|---|---------------------------------------|---|--|
| DROMIOIDEA De Haan, 1833 | | | |
| <i>Dromia erythropus</i> (George Edwards, 1771) | Laughlin et al. (1982) | ZI-V e megalopa | Águas rasas até 360m. |
| <i>Hypoconcha arcuata</i> Stimpson, 1858 | Kircher (1970) | ZI-III e megalopa | Águas rasas até 80m. |
| <i>Hypoconcha parasitica</i> (Linnaeus, 1763) | Lang e Young (1980) ¹ | ZI-III e megalopa | Águas rasas até 90m. |
| <i>Moreiradromia antillensis</i> (Stimpson, 1858) | Rice e Provenzano (1966) ² | | Entremarés até 330 m, recifes de coral e substratos rígidos (Melo e Veloso, 2005). |
| HOMOLOIDEA De Haan, 1839 | | | |
| <i>Homola barbata</i> (Fabricius, 1793) | Rice e Provenzano (1970) | ZI-VII | 30 a 680m. |
| AETHROIDEA Dana, 1851 | | | |
| <i>Hepatus pudibundus</i> (Herbst, 1785) | Rieger e Hebling (1993) | | Águas rasas até 160m. |
| CALAPPOIDEA De Haan, 1833 | | | |
| <i>Calappa gallus</i> (Herbst, 1803) | Taishaku e Konishi (1995) | ZI | Entremarés até 220m. |
| CARPILIOIDEA Ortmann, 1839 | | | |
| <i>Carpilius corallinus</i> (Herbst, 1783) | Laughlin et al. (1983) | | Baixa mar até 20m, recifes de coral e fundos de areia. |
| ERIPHIOIDEA MacLeay, 1838 | | | |
| <i>Eriphia gonagra</i> (Fabricius, 1781) | Fransozo (1987) | ZI-IV e megalopa | Corais, rochas, algas e esponjas. Entremarés até 5 m. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|--|--------------------------------------|---|--|
| <i>Menippe nodifrons</i> Stimpson, 1879 LEUCOSIOIDEA Samouelle, 1819 | Scotto (1979) | PZ, ZI-V (VI) e megalopa | Águas rasas perto da praia, poças de maré. |
| <i>Persephona mediterranea</i> (Herbst, 1794) MAJOIDEA Samouelle, 1819 | Negreiros-Fransozo et al. (1989) | ZI-IV e megalopa | Entremarés até 60m. |
| <i>Epialtus bituberculatus</i> H. Milne Edwards, 1834 | Negreiros-Fransozo e Fransozo (2001) | ZI-II e megalopa | Águas rasas, entre algas e poças de maré. |
| <i>Epialtus brasiliensis</i> Dana, 1852 | Negreiros-Fransozo e Fransozo (1991) | ZI-II e megalopa | Zona Entremarés, entre algas. |
| <i>Libinia ferreirae</i> Brito Capello, 1871 | Bakker et al. (1990) | | Entremarés até 35m. |
| <i>Microphrys bicornutus</i> (Latreille, 1825) | Hartnoll (1964); Gore et al. (1982) | | Entremarés até 70m, recifes de coral, ambientes marinhos rasos. |
| <i>Mithraculus coryphe</i> (Herbst, 1801) | Scotto e Gore (1980) ³ | ZI-II e megalopa | Entremarés até 60m, corais e rochas. |
| <i>Mithraculus forceps</i> A. Milne-Edwards, 1875 | Wilson et al. (1979) ⁴ | | Entremarés até 90m, praias rochosas, fundos de areias, coral e algas. |
| <i>Mithraculus sculptus</i> (Lamarck, 1818) | Rhyne et al. (2006) | ZI-II e megalopa | Águas rasas até 60 m, recifes de coral, fundos de areia, conchas e lama. |
| <i>Mithrax caribbaeus</i> Rathbun, 1920 | Bolaños et al. (1990) | | Entremarés até 25m. |
| <i>Mithrax verrucosus</i> H. Milne Edwards, 1832 | Bolaños e Scelzo (1981) | | Águas rasas, buracos, rochas. |
| <i>Notolopas brasiliensis</i> Miers, 1886 | Santana et al. (2006) | ZI-II e megalopa | Entremarés até 30m, fundos de lama e algas calcáreas. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|--|--|---|---|
| <i>Pitho lherminieri</i> (Desbone & Schramm, 1867) | Bolaños et al. (1996) | | Águas rasas até 28m, fundo lama, areia, conchas, rochas e corais. |
| <i>Stenocionops furcatus</i> (Olivier, 1791) | Santana et al. (2004) | ZI-II e megalopa | Entremarés até 180m, fundo de areia, corais, rochas e lama. |
| <i>Stenorhynchus seticornis</i> (Herbst, 1788) | Yang (1976) | ZI-II e megalopa | Praia até grandes profundidades. |
| PARTHENOPOIDEA MacLeay, 1838 | | | |
| <i>Mesorhoea sexspinoso</i> Stimpson, 1871 | Rieger et al. (2002) | | Entremarés até 100m, fundos de areia e conchas. |
| <i>Platylambrus serrata</i> (H. Milne Edwards, 1834) | Yang (1971) ⁵ | ZI-VI e megalopa | Águas rasas até 110m, fundo de lama e lama arenosa. |
| PILUMNOIDEA Samouelle, 1819 | | | |
| <i>Pilumnus dasypodus</i> Kingsley, 1879 | Sandifer (1974); Bookhout e Costlow (1979) | ZI-IV e megalopa | Entremarés até 30m, fundos de areia, conchas, corais, raízes árvores de mangue. |
| <i>Pilumnus reticulatus</i> Stimpson, 1860 | Spivak e Rodríguez (2002) | ZI-IV e megalopa | Entremarés até 75m, fundos areia e conchas. |
| PORTUNOIDEA Rafinesque, 1815 | | | |
| <i>Arenaeus cribrarius</i> (Lamarck, 1818) | Stuck e Truesdale (1988) | ZI-VIII e megalopa | Entremarés até 70m, areia de praia. |
| <i>Callinectes bocourti</i> A. Milne-Edwards, 1879 | Lopes et al. (2000) | ZI | Entremarés até 20m, estuários e boca de rios. |
| <i>Callinectes danae</i> Smith, 1869 | Sankarankutty et al. (1999) | ZI | Águas salobras até hipersalinas, manguezais, estuários lamosos, praias arenosas e mar aberto. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|--|--|----------------------------------|--|
| <i>Callinectes exasperatus</i> (Gerstaecker, 1856) | Mantelatto et al. (2014) | ZI | Águas rasas, entre marés até 8m, águas salgadas e estuarinas, manguezais. |
| <i>Callinectes ornatus</i> Ordway, 1863 | Mantelatto et al. (2014) | ZI | Areia, lama e águas menos salinas. |
| <i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896 | Costlow e Bookhout (1959) | ZI-VIII e megalopa | Entremarés até 90m, baías, estuários e lagoas. |
| <i>Charybdis (Charybdis) hellerii</i> (A. Milne-Edwards, 1867) | Negreiros-Fransozo (1996); Dinnen et al. (2001) | ZI-VI e megalopa | Espécie exótica. Fundos suaves, rochosos, corais, Águas rasas até 51 m (Galil, 1992). |
| <i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818) | Fransozo et al. (2002) | ZI | Águas rasas até 110m, praias arenosas, rochosas. |
| <i>Cronius tumidulus</i> (Stimpson, 1871) | Fransozo et al. (2002) | ZI | Águas rasas até 75m, fundos areia, coral, rochas, algas. |
| <i>Portunus (Achelous) spinicarpus</i> (Stimpson, 1871) | Bookhout e Costlow (1974) | ZI-VII e megalopa | Águas rasas até 550m, areia, cascalho, corais e lama. |
| <i>Portunus (Portunus) gibbesii</i> (Stimpson, 1859) | Kurata (1970); | | Superfície até 90m. Fundos de lama, areia, conchas, regiões fundas de baías e estuários. |
| XANTHOIDEA MacLeay, 1838 | | | |
| <i>Acantholobulus bermudensis</i> Benedict & Rathbun, 1891 | Martin et al. (1985) ⁶ | ZI-IV e megalopa | Poças de maré, estuários, manguezais até 15m. |
| <i>Acantholobulus schmitti</i> (Rathbun, 1930) | Bakker et al. (1989) ⁷ ; Rodríguez e Spivak (2001) ⁸ | ZI-IV e megalopa | Entremarés até 25m, fundo de areia, lama e conchas. |
| <i>Cataleptodius floridanus</i> (Gibbes, 1850) | Ingle (1987) | | Entremarés até 35m, recife de coral, fundos rochosos. |
| <i>Eurypanopeus abbreviatus</i> (Stimpson, 1860) | Negreiros-Fransozo (1986) | | Entremarés até 5m, sob pedras, recife de coral. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|---|--|----------------------------------|---|
| <i>Eurytium limosum</i> (Say, 1818) | Kurata et al. (1981); Messerknecht et al. (1991); Souza et al. (2013) | ZI-IV e megalopa | Entremarés até pequenas profundidades, praias lodosas e manguezais. |
| <i>Hexapanopeus angustifrons</i> (Benedict & Rathbun, 1891) | Costlow e Bookhout (1966) | ZI-IV e megalopa | Até 140m, fundos lamosos. |
| <i>Hexapanopeus caribbaeus</i> (Stimpson, 1871) | Vieira e Rieger (2004) | ZI-IV e megalopa | Entremarés até 55m, fundos de areia. |
| <i>Hexapanopeus manningi</i> Sankarankutty & Ferreira, 2000 | Hong et al. (2001) | ZI | |
| <i>Hexapanopeus paulensis</i> Rathbun, 1930 | Fransozo et al. (1990) | ZI-IV e megalopa | Fundos de areia, rochas, esponjas, entremarés até 5m. |
| <i>Micropanope sculptipes</i> Stimpson, 1871 | Andryszak e Gore (1981) | ZI-IV e megalopa | De 10 a 310m, fundos areia, cascalho, coral e conchas. |
| <i>Panopeus americanus</i> Saussure, 1857 | Negreiros-Fransozo (1986); Souza et al. (2013) | ZI | Entremarés até 25m e manguezais. |
| <i>Panopeus lacustris</i> Desbonne, 1867 | Souza et al. (2012) | ZI-IV e megalopa | Estuários, baías e canais. |
| <i>Panopeus occidentalis</i> Saussure, 1857 | Ingle (1985) | - | Entremarés até 20m, arvores de mangue, areia, rochas e cascalho. |
| <i>Platypodiella spectabilis</i> (Herbst, 1794) | Fransozo et al. (2001); Clark et al. (2004) | ZI | De 5 a 15m, recifes de coral e pedras. |
| <i>Xanthodius denticulatus</i> (White, 1848) | Lebour, 1944; Barros-Alves et al. (2013) | ZI | Até 15m, poças de maré, recife de coral e pedras. |
| GRAPSOIDEA MacLeay, 1838 | | | |
| <i>Aratus pisonii</i> (H. Milne Edwards, 1837) | Warner (1968) ⁹ ; Fransozo et al. (1998); Díaz e Bevilacqua (1987); Cuesta et al. (2006); Souza et al. (2013) | ZI-IV e megalopa | Estuários e manguezais. |
| <i>Armases angustipes</i> (Dana, 1852) | Cuesta e Anger (2001) | ZI-IV e megalopa | Estuários e litoral rochoso. |
| <i>Armases benedicti</i> (Rathbun, 1897) | Lima e Abrunhosa (2006) | ZI-IV e megalopa | Sob madeira e pedras de águas oligoalinas, tronco de árvores. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|--|--|---|---|
| <i>Armases rubripes</i> (Rathbun, 1897) | Díaz e Ewald (1969); Montú et al. (1990) ¹⁰ ; Schubart e Cuesta (1998); Souza et al. (2013) | ZI | Pântanos salgados, entre raízes e rochas. |
| <i>Cardisoma guanhumi</i> Latreille, 1828 | Costlow e Bookhout (1968) | | Manguezais, galerias perto do mar. |
| <i>Cyclograpsus integer</i> H. Milne Edwards, 1837 | Gore e Scotto (1982) | | Galerias, áreas marinhas pantanosas, estuários, entre marés de praias rochosas. |
| <i>Geograpsus lividus</i> (H. Milne Edwards, 1837) | Cuesta e Schubart (1999); Guerao et al. (2001) | ZI | Supra litoral rochoso, praias rochosas. |
| <i>Goniopsis cruentata</i> (Latreille, 1803) | Fransozo et al. (1998) | ZI | Manguezais, estuários, sobre raízes ou troncos. |
| <i>Grapsus grapsus</i> (Linnaeus, 1758) | Guerraio et al. (2001) | ZI | Entre marés e supra litoral de áreas rochosas e costões. |
| <i>Pachygrapsus gracilis</i> (Saussure, 1858) | Ingle (1987); Brossi-Garcia e Rodrigues (1993) | ZI-X | Áreas rochosas, estuários, entremarés, praias arenosas, raízes do mangue. |
| <i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes, 1850) | Brossi-Garcia e Rodrigues (1997); Cuesta e Rodríguez (1994); Ingle (1987) | ZI-VII | Entre marés, sob pedras, praias arenosas, raízes do mangue. |
| <i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853) | Paula & Hartnoll (1989) | ZI-VI e megalopa | Áreas rochosas e cascalhosas na maré baixa. |
| <i>Plagusia depressa</i> (Fabricius, 1775) | Wilson e Gore (1980) | | Fissuras de rochas e corais, poças de maré e entre marés. |
| <i>Planes major</i> (MacLeay, 1838) | Konishi e Minagawa (1990) ¹¹ | ZI-II e megalopa | Pelágico, mar aberto. |
| <i>Sesarma curacaoense</i> De Man, 1892 | Anger et al. (1995); Schubart e Cuesta (1998); Souza et al. (2013) | | Mangue, rochas e substrato de lama (Abele, 1973) |
| <i>Sesarma rectum</i> Randall, 1840 | Fransozo e Hebling, (1986); Souza et al. (2013) | | Mangues, sob todos os regimes de salinidade. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|--|--|----------------------------------|---|
| OCYPODOIDEA Rafinesque, 1815 | | | |
| <i>Leptuca leptodactyla</i> Rathbun, 1898 | Schwamborn (1997) ¹² | | Supra litoral, entre marés, águas muito salinas, arvores do mangue. |
| <i>Leptuca thayeri</i> (Rathbun, 1900) | Anger et al. (1990); Souza et al. (2013) ¹³ | ZI | Regiões lamacentas de manguezais. |
| <i>Minuca burguesi</i> (Holthuis, 1967) | Rieger (1998) ¹⁴ | ZI-V(VI) e megalopa | Praias de lagos e estuários, árvores do mangue, entremarés. |
| <i>Minuca mordax</i> (Smith, 1870) | Rieger (1997) ¹⁵ | ZI-V(VI) e megalopa | Margem de riachos e manguezais. |
| <i>Minuca rapax</i> (Smith, 1870) | Serbino (2008); Souza et al. (2013) ¹⁶ | ZI | Arredores de manguezais, rios e riachos. |
| <i>Minuca vocator</i> (Herbst, 1804) | Rieger (1999) ¹⁷ | ZI-IV (V,VI) e megalopa | Estuários e manguezais. |
| <i>Ocypode quadrata</i> (Fabricius, 1787) | Díaz e Costlow (1972); Souza et al. (2013) | ZI-V e megalopa | Praias arenosas, supra litoral até as dunas. |
| <i>Uca (Uca) maracoani</i> (Latreille, 1802) | Schwamborn (1997); Negreiros-Fransozo et al. (2009); Souza et al. (2013) | ZI e megalopa | Árvores do mangue, margens de baías calmas. |
| <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) | Rodrigues e Hebling (1989); Souza et al. (2013) | ZI-VI e megalopa | Ambientes pantanosos, arvores do mangue. |
| PINNOTHEROIDEA De Haan, 1833 | | | |
| <i>Austinixa aidaae</i> (Righi, 1967) | Mantelatto e Cuesta (2010) | ZI | Águas rasas e praias arenosas. |
| <i>Austinixa bragantina</i> Coelho, 2005 | Lima (2009) | ZI-V e megalopa | Vivem em simbiose com espécies de talassinóideos (Lima, 2009). |
| <i>Dissodactylus crinitichelis</i> Moreira, 1901 | Pohle e Telford (1981) | ZI-III e megalopa | Fundos de areia fina e corais. |

Tabela 1: Continuação

| TÁXON | REFERÊNCIAS | DESENVOLVIMENTO LARVAL CONHECIDO | HABITAT |
|---|--|----------------------------------|---|
| <i>Pinnixa chaetoptera</i> Stimpson, 1860 | Hyman (1924); Sandifer, (1972) | ZI-V e megalopa | Entre marés até 60m, fundos de lama, rocha e cascalho. |
| <i>Pinnixa chaetoptera</i> Stimpson, 1860 | Hyman (1924); Sandifer, (1972) | ZI-V e megalopa | Entre marés até 60m, fundos de lama, rocha e cascalho. |
| <i>Pinnixa gracilipes</i> Coelho, 1997 | Lima et al. (2006) | ZI-V e megalopa | Fundos arenosos ou arenolamosos em áreas sob influência fluvial (Coelho, 1997). |
| <i>Pinnixa sayana</i> Stimpson, 1860 | Hyman (1924); Sandifer, (1972) | ZI-V e megalopa | Águas rasas até 75m, fundos lamosos. |
| <i>Zaops ostreum</i> (Say, 1817) | Hyman, (1924) ¹⁸ ; Sandoz e Hopkins (1947) ¹⁹ ; Sandifer, (1972) | ZI-IV e megalopa | Comensais de ostras e bivalves. |

*Espécies descritas anteriormente como: ¹*Hypoconcha sabulosa* (Herbst, 1799); ²*Dromidia antillensis* Stimpson, 1858; ³*Mithrax (Mithraculus) coryphe* (Herbst, 1801); ⁴*Mithrax forceps* (A. Milne-Edwards, 1875); ⁵*Parthenope serrata* (H. Milne-Edwards, 1834); ⁶*Panopeus bermudensis* Benedict & Rathbun, 1891; ⁷*Hexapanopeus schmitti* Rathbun, 1930; ⁸*Panopeus marginatus* Williams & Boschi, 1990; ^{9,10}*Metasesarma rubripes* (Rathbun, 1897); ¹¹*Planes cyaneus* Dana, 1851; ¹²*Leptuca leptodactyla* Rathbun, 1898; ¹³*Leptuca thayeri* Rathbun, 1900; ¹⁴*Minuca burgersi* Holthuis, 1967; ¹⁵*Minuca mordax* (Smith, 1870); ¹⁶*Minuca rapax* (Smith, 1870); ¹⁷*Minuca vocator* (Herbst, 1804); ^{18,19}*Pinnotheres ostreum*, Say, 1817. Hábitats: Foram descritos conforme Abele (1973), Galil (1992), Melo (1996), Coelho (1997); Melo e Veloso (2005) e Lima (2009).

OBJETIVOS

Geral

Estimar a composição e a abundância das larvas de Brachyura no estuário amazônico de Marapanim-Pará.

Específicos

- Identificar as fases larvais de espécies de Brachyura que ocorrem no estuário amazônico de Marapanim-Pará, e verificar se a composição e a densidade dessas larvas apresentam diferenças significativas entre margens e zonas do estuário;
H¹: Existem diferenças na densidade e composição larval de Brachyura em relação às zonas, devido às variações de salinidade e diferentes tolerâncias das espécies.
- Avaliar o efeito das variáveis ambientais (temperatura, salinidade e pH) sobre a variação da densidade das larvas.
H¹: A salinidade é o fator que mais influencia a densidade e a composição de espécies das larvas de Brachyura no estuário de Marapanim.

METODOLOGIA

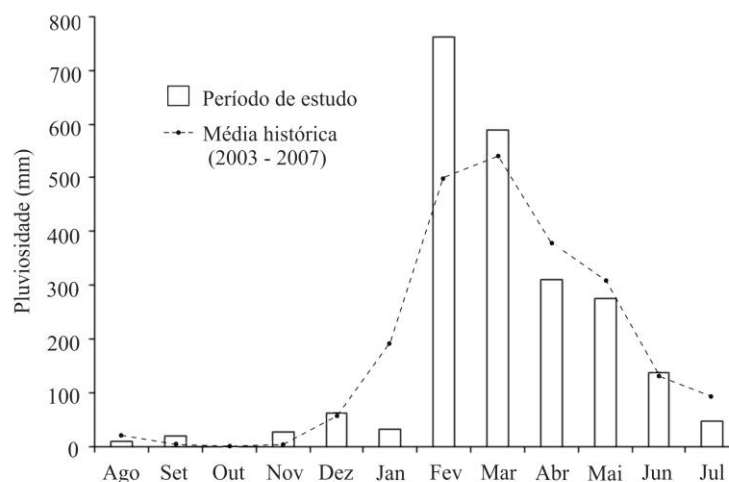
Área de estudo

O estudo foi realizado no Estuário do Rio Marapanim, localizado a nordeste do Estado do Pará, região costeira, também conhecida como “Salgado Paraense”. A foz deste estuário encontra-se em relevo baixo e estabelece conexão aberta com o Oceano Atlântico, sofrendo ação de ondas e macromarés semidiurnas (>5 metros). Durante o período de menor pluviosidade, águas salinas adentram cerca de 60 km acima da foz do estuário, e no período de maior pluviosidade aproximadamente 40 km (Vilhena et al., 2010).

O clima predominante da região é equatorial úmido, com temperatura média anual de 27°C, e precipitação de 2500 mm, concentrada principalmente no período de janeiro a junho, época considerada mais chuvosa da região (Martorano et al., 1993). Tal característica da Região Norte do Brasil está associada à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que regula o regime pluviométrico de acordo com seu deslocamento, quando na posição sul eleva as taxas de precipitação, enquanto na posição norte colabora para menor precipitação (Reboita et al., 2010).

Contudo, de acordo com o banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA 2007), os valores de precipitação referentes ao período de realização deste estudo mostram um comportamento atípico no mês de janeiro, que apresenta menor incidência de chuvas em comparação a média histórica (Figura 1). Desta maneira, foi considerado neste trabalho período seco como o intervalo de agosto a janeiro, e período chuvoso de fevereiro a julho.

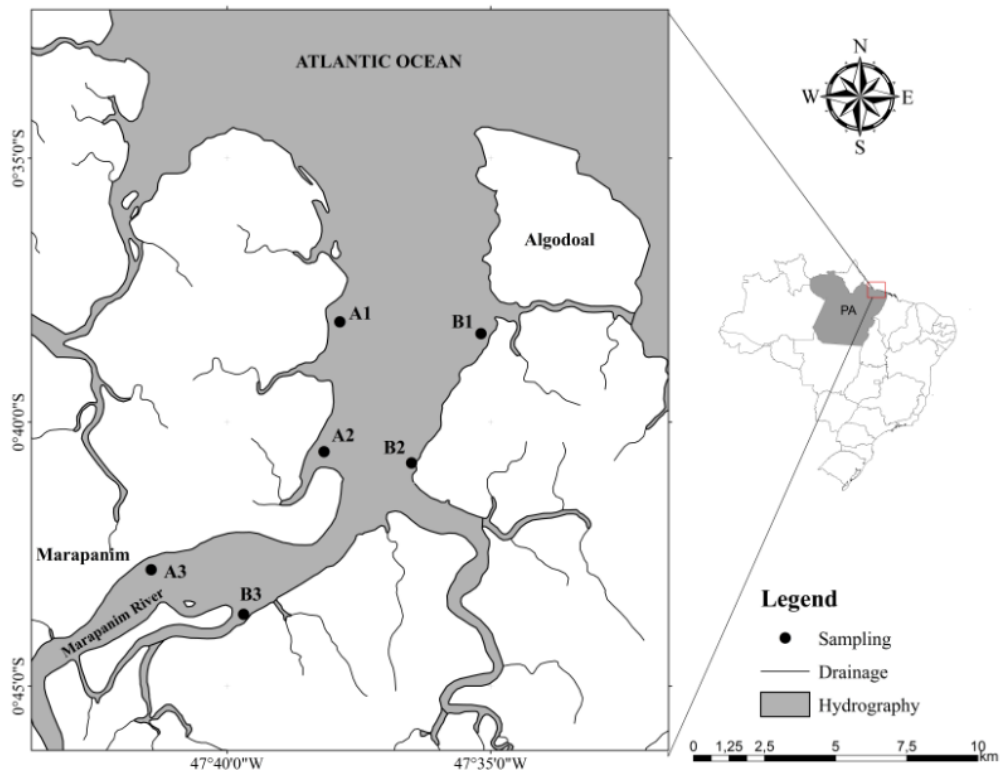
Figura 1 - Média mensal de pluviosidade durante o período de estudo e cinco anos antecedentes, no estuário de Marapanim, Pará.



Coleta e análise de material

As coletas foram realizadas bimestralmente de setembro de 2006 a julho de 2007 em seis locais de amostragem distribuídos sistematicamente ao longo do estuário (A1, A2, A3, B1, B2, B3), levando em consideração os perfis A e B (margens), e as zonas superior (1), média (2) e inferior (3) do estuário (porção do estuário) nas coordenadas A1 ($0^{\circ}38' S$ e $47^{\circ}38' W$), A2 ($0^{\circ}40' S$ e $47^{\circ}38' W$), A3 ($0^{\circ}42' S$ e $47^{\circ}41' W$), B1 ($0^{\circ}36' S$ e $47^{\circ}35' W$), B2 ($0^{\circ}40' S$ e $47^{\circ}36' W$) e B3 ($0^{\circ}43' S$ e $47^{\circ}39' W$). O local A1 encontra-se nas proximidades do vilarejo de Marudá, A2 à Vila de Pescadores do Araticum e A3 localiza-se próximo ao Município de Marapanim, áreas tidas como de maior influência antrópica. Posicionados quase paralelamente na margem oposta, estão os locais B1 próximo à Ilha de Algodal/Maiandeuá, B2 aproximadamente paralelo a A2 e B3 no entorno do vilarejo Cafezal, áreas mais preservadas e com menor grau de antropização (Figura 2).

Figura 2- Localização geográfica do estuário de Marapanim (PA), com indicação dos seis locais de coleta.



Os perfis também diferem quanto à deposição de sedimentos, onde a elevada quantidade de argila no perfil A indica uma área de deposição sedimentar, enquanto no perfil B há predomínio do silte médio e reduzidos teores de argila, evidenciando uma região de

maior turbulência (Berrêdo et al., 2008). As zonas caracterizam-se pela maior ou menor influência das águas oceânicas, que ocorre em função do gradiente de salinidade crescente no estuário, no sentido rio-mar. Assim, a zona 1 possui salinidade mais elevada devido à proximidade com o mar aberto, enquanto o inverso ocorre na zona 3, influenciada principalmente pelo aporte de águas do Rio Marapanim.

Em cada expedição foram efetuados arrastos de zooplâncton, sempre no período diurno, maré vazante e lua nova. Os arrastos ocorreram horizontalmente à aproximadamente 0,5 m da superfície da coluna d'água, com duração de três minutos e velocidade máxima de 1,5 nós. Para isto, foi utilizada rede de plâncton cônica de 1 m de comprimento, de malha 200 μ m e 0,50 m de diâmetro de abertura, com fluxômetro acoplado.

O material coletado foi imediatamente fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponado com tetraborato de sódio, e acondicionado em frascos plásticos etiquetados. Em cada local de coleta foram registrados dados de temperatura (termômetro de mercúrio), salinidade, pH (analisador multiparâmetro YSI). Os valores de pluviosidade local foram obtidos junto ao banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2007).

Ao final das expedições obtivemos 36 amostras de zooplâncton (1 arrasto x 6 locais x 6 meses), com volume inicial de 1000 mL cada. Em laboratório, cada amostra foi fracionada em volumes de 500; 250; 125; 62,5 e 31,25 mL por meio de um subamostrador Folsom. Optou-se pela análise das subamostras de 31,25 mL, por representarem satisfatoriamente a composição dos organismos presentes na amostra total, além de agilizar os processos de triagem e identificação.

As larvas de Brachyura foram identificadas por dissecação ao microscópio óptico, com auxílio de agulhas e solução de glicerol (álcool 70% e glicerina 1:1) sobre as lâminas. Foram utilizadas descrições larvais e chaves de identificação de Costlow e Bookhout (1966); Martin et al., (1985); Rodrigues e Hebling, (1989); Anger et al., (1995); Fransozo et al., (1998); Lima et al., (2006); Souza et al., (2012) e (2013), entre outros, para identificação até o menor nível taxonômico, quando possível. Tal processo se deu a partir da observação de diversos caracteres morfológicos como: relação do comprimento dos espinhos dorsal, rostral e laterais da carapaça; relação do comprimento do espinho rostral e da antena; formato, padrão de espinhos e número de cerdas da antena; número de cerdas da base do endópodo dos maxilípedes; presença de processos dorso ou pósteros laterais nos somitos abdominais; e presença de espinhos no télson. Para a distinção dos diferentes estágios zoé foram

considerados o número de cerdas do exópodo dos maxilípedes, e presença de olhos pedunculados.

Análise de dados

Após a triagem das subamostras e obtenção do número de larvas de cada táxon, foi estimado o número relativo a amostra inteira, calculado através da multiplicação dos valores encontrados para cada táxon pelo fator trinta e dois (32), que corresponde ao total de subdivisões sofridas pelo volume inicial da amostra (1000 mL). A abundância das larvas de caranguejo foi estimada por meio da densidade, calculada pela divisão do número total de indivíduos de uma espécie pelo volume de água filtrada pela rede de plâncton (ind./m³). O volume filtrado foi calculado levando em consideração o número de rotações do fluxômetro acoplado na abertura da rede, a partir da diferença de dígitos apresentada entre o início e o final de cada arrasto, segundo a fórmula: $V = A \times R \times C$, onde: $A = \pi \cdot r^2$, $R = n^\circ$ de rotações do fluxômetro durante o arrasto ($D_f - D_i$), sendo $D_f =$ dígito final e $D_i =$ dígito inicial e $C =$ Fator de aferição após calibração do aparelho (m/rotações) = 0,3.

A frequência de ocorrência (FO) das larvas de cada espécie, em porcentagem, foi obtida pela fórmula: $FO = a \times 100 / A$, onde $a =$ número de amostras contendo a espécie; e $A =$ total de amostras. Classificadas de acordo com Cavalcante & Larrazábal (2004) em: muito frequente ($FO \geq 70\%$); frequente ($30 \leq FO < 70\%$); pouco frequente ($10 < FO < 30\%$); e esporádica ($FO \leq 10\%$).

Para ordenar as diferenças na densidade de espécies entre os tratamentos (perfis e zonas) foi utilizada a análise de coordenadas principais (PCoA), baseada em matrizes de distância, calculadas a partir de valores de densidade transformados por $\log(x+1)$, utilizando índice de Bray Curtis. Da análise foram extraídos os valores dos scores gerados para as unidades amostrais, além da porcentagem de explicação do 1º e 2º eixos. Posteriormente, foi efetuada análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) com 9999 permutações, a fim de confirmar a significância da ordenação.

A densidade das larvas não apresentou normalidade e homocedasticidade, mesmo após sofrerem transformações necessárias. Dessa forma, para verificar se houve diferença da densidade de larvas entre os tratamentos, foi aplicado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (KW-H) adotando um nível de significância de 95%. Foi utilizada ANOVA one way para verificar diferenças entre as variáveis ambientais nos tratamentos, devido a normalidade destes dados. Além disso, utilizou-se uma análise de correspondência canônica (CCA) para

verificar como estas variáveis (temperatura, salinidade, pH) poderiam explicar a variação da densidade de larvas.

REFERÊNCIAS

ABELE, L. G. Taxonomy, Distribution and Ecology of the Genus *Sesarma* (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) in Eastern North America, with Special Reference to Florida. **The American Midland Naturalist**, v. 90, p. 375-386, 1973.

ALVARIÑO, A. Los quetognatos, sifonoforos y medusas en la region ecuatorial bajo la influencia del Amazonas. **Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México**. México, v. 39, n. 1, p. 41-76, 1968.

ANDRISZAK, B. L.; GORE, R. H. The complete larval development in the laboratory of *Micropanope sculptipes* (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) with a comparison of larval characters in western Atlantic xanthid genera. **Fishery Bulletin**, v. 79, p. 487-506, 1981.

ANGER, K. Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae). **Marine Ecology Progress Series**, v. 72, p. 103-110, 1991.

ANGER, K. Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans. **Invertebrate Reproduction and Development**, 43: 1. p. 29-45, 2003.

ANGER, K. Salinity tolerance of the larvae and first juveniles of a semiterrestrial grapsid crab, *Armases miersii* (Rathbun). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 202, p. 205-223, 1996.

ANGER, K. **The biology of decapod larvae**. Lisse, A. A. Balkema. 419 p. Atlantic. *Journal of Plankton Research*, 30 (7): p. 795-805, 2001.

ANGER, K. The conquest of freshwater and land by marine crabs: adaptations in life-history patterns and larval bioenergetics. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 193, p. 119-145, 1995.

ANGER, K.; MONTÚ, M.; BAKKER, C.; FERNANDES, L. L. M. Larval development of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Decapoda: Ocypodidae) reared in the laboratory. **Meeresforschung**, v. 32, p. 276-294, 1990.

ANGER, K.; SCHREIBER, D.; MONTÚ, M. Abbreviated larval development of *Sesarma curacaoense* (Rathbun, 1897) (Decapoda: Grapsidae) reared in the laboratory. **Nauplius**, v. 3, p. 127-154, 1995.

BADYLAK, S.; PHILIPS, E. J. Spatial and temporal distributions of zooplankton in Tampa Bay, Florida, including observations during a HAB event. **Journal of Plankton Research**, v. 30, n. 4, p. 449-465, 2008.

- BAKKER, C.; MONTÚ, M.; ANGER, K.; FERNANDES, L. L. M. Larval development of *Hexapanopeus schmitti* Rathbun, 1930 (Decapoda, Brachyura, Xanthidae) reared in the laboratory. **Neritica**, v. 4, p. 137-164, 1989.
- BAKKER, C.; MONTÚ, M.; ANGER, K.; HARMS, J. Larval development of a tropical spider crab, *Libinia ferreirae* Brito Capello, 1871 (Decapoda: Majidae), reared in the laboratory. **Meeresforschung**, v. 30, p. 90-103, 1990.
- BARROS-ALVES, S. P.; ALVES, D. F. R.; BOLLA Jr, E. A.; COBO, V. J.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. First zoeal stage of *Cataleptodius parvulus* (Fabricius, 1793) and *Xanthodius denticulatus* (White, 1848) (Decapoda: Brachyura): larval evidences and systematic position. **Zootaxa**, v. 3731, n. 2, p. 234-242, 2013.
- BERRÊDO, J. F.; COSTA, M. L.; PROGNE, 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 Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 473-482, 2008.
- BOLAÑOS, J.; LARES, L. B.; HERNÁNDEZ, J. E. Desarrollo larval de *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Crustacea: Decapoda: Majidae) realizado en condiciones de laboratorio. **Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela**, v. 29, p. 67-89, 1990.
- BOLAÑOS, J.; QUINTEIRO, V.; HERNANDEZ, G.; & HERNÁNDEZ, J. E. Desarrollo Larval del Cangrejo Araña *Pitho lherminieri* (Schramm, 1867) (Decapoda: Majidae: Ophthalminae) Realizado en Condiciones de Laboratorio. In: **Proceedings of the 2nd Symposium of "Fauna and Flora of the Atlantic Island**. Las Palmas, Spain, 1996. p. 12-19.
- BOLAÑOS, J.; SCELZO, M. A. Larval development of the spider crab *Mithrax verrucosus* Milne Edwards, reared in the laboratory (Decapoda: Brachyura: Majidae). **American Zoologist**, v. 21, p. 989, 1981.
- BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton el Atlántico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplancton mariño**. Mar del Plata, INIDEP, p. 936, 1981.
- BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden, Backhuys Publishers, v. 1, p. 1 - 868, 1999.
- BOOKHOUT, C. G.; COSTLOW, J. D. Larval development of *Pilumnus dasypodus* and *Pilumnus sayi* reared in the laboratory (Decapoda, Brachyura, Xanthidae). **Crustaceana**, Suppl.5, p.1-16, 1979.
- BOOKHOUT, C. G.; COSTLOW, J. D. Larval development of *Portunus spinicarpus* reared in the laboratory. **Bulletin of Marine Science**, v. 24, p. 20-51, 1974.
- BRANDÃO, M. C.; STUMPF, L.; MACEDO-SOARES, L. C. P.; FREIRE, A. S. Spatial and temporal distribution of brachyuran crab larvae in Ibiraquera Lagoon, southern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6(1), p.16-27, 2011.

- BRANDÃO, M. C.; KOETTKER, A. G.; FREIRE, A. S. Abundance and composition of decapod larvae at Saint Paul's Rocks (equatorial Atlantic). **Marine Ecology**, v. 34, p. 171-185, 2013.
- BROSSI-GARCIA, A. L.; RODRIGUES, M. D. Zoeal morphology of *Pachygrapsus gracilis* (Saussure, 1858) (Decapoda, Grapsidae) reared in the laboratory. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 24, p. 197-204, 1993.
- BROSSI-GARCIA, A. L.; RODRIGUES, M. D. Zoeal morphology of *Pachygrapsus transversus* (Gibbes) (Decapoda, Grapsidae) reared in the laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 803-819, 1997.
- BRUGNOLI-OLIVERA, E.; FÉRGUSON-DÍAZ, E.; DELFINO-MACHIN, M. MORALES-RAMÍREZ, A.; DOMINICI, A. The composition of zooplankton community with emphasis on copepods in the Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 52, p. 897-902, 2004.
- BRYARS, S. R.; HAVENHAND, J. N. Effects of constant and varying temperatures on the development of blue swimmer crab (*Portunus pelagicus*) larvae: Laboratory observations and field predictions for temperate coastal waters. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 329, p.218– 229, 2006.
- CARTER, H. A.; CEBALLOS-OSUNA, L.; MILLER, N. A.; STILLMAN, J. H. Impact of ocean acidification on the metabolism and energetics of early life stages in the intertidal porcelain crab *Petrolisthes cinctipes*. **Journal of Experimental Biology**, v. 216, p.1412-1422, 2013.
- CAVALCANTI, E. A. H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 3, p. 467–475, 2004.
- CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozoplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 3, p. 436-444, 2008.
- CLARK, P. F.; NG, P. K. L.; HO, P. H. *Atergatis subdentatus* (De Haan, 1835), *Atergopsis germaini* A. Milne Edwards, 1865 and *Platypodia eydouxi* (A. Milne Edwards, 1865) (Crustacea: Decapoda: Xanthoidea: Xanthidae: Zosiminae) – first stage zoeal descriptions with complications for the subfamily. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 52, p. 563-592, 2004.
- COELHO, P. A. Revisão do gênero *Pinnixa* White, 1846 no Brasil (Crustacea, Decapoda, Pinnotheridae). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 25, p. 163-193, 1997.
- COELHO, P. A.; ALMEIDA, A. O.; BEZERRA, L. E. A. Checklist of the marine and estuarine Brachyura (Crustacea: Decapoda) of northeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 1956, p. 1-58, 2008.

COSTA, R. M.; ATIQUE, P.; COSTA, K. G.; PEREIRA, C. C. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 64, 2011.

COSTA, K. G.; BEZERRA, T. R.; MONTEIRO, M. C.; VALLINOTO, M.; BERRÊDO, J. F.; PEREIRA, L. C. C.; RAUQUÍRIO, M. C. Tidal-Induced Changes in the Zooplankton Community of an Amazon Estuary. **Journal of Coastal Research**, v. 29, n. 4, p. 756-765, 2013.

COSTA, K. G.; PINHEIRO, P. R. S.; MELO, C. A. R.; OLIVEIRA, S. M. O.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Effects of seasonality on zooplankton community dynamics in the macrotidal coastal zone of the Amazon region. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 64, p. 364-368, 2011.

COSTLOW, J. D.; BOOKHOUT, C. G. Larval development of the crab, *Hexapanopeus angustifrons*. **Chesapeake Science**, v. 7, p. 148-156, 1966.

COSTLOW, J. D.; BOOKHOUT, C. G. The complete larval development of the land-crab *Cardisoma guanhumi* Latreille in the laboratory (Brachyura, Gecarcinidae). **Crustaceana**, Suppl.2, p. 259-270, 1968.

COSTLOW, J. D.; BOOKHOUT, C. G.; MONROE, R. The Effect of salinity and temperature on larval development of *Sesarma cinereum* (Bosc) reared in the laboratory. **Biological Bulletin**, v. 118, n. 2, p. 183-202, 1960.

CRONIN, T. W. Estuarine retention of larvae of the mud crab *Rhithropanopeus harrisi*. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 15, p. 207-220, 1982.

CRONIN, T. W.; FORWARD, R. B. Jr. Vertical migration cycles of crab larvae and their role in larval dispersal. **Bulletin of Marine Science**, v. 39(2), p. 192-201, 1986.

CUESTA, J. A.; ANGER, K. Larval morphology of the sesarmid crab *Armases angustipes* Dana, 1852 (Decapoda, Brachyura, Grapsoidea). **Journal of Crustacean Biology**, v. 21, p. 821-838, 2001.

CUESTA, J. A.; GARCÍA-GUERRERO, M. U.; RODRÍGUEZ, A.; HENDRICKX, M. E. Larval morphology of the sesarmid crab, *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (Decapoda, Brachyura, Grapsoidea) from laboratory-reared material. **Crustaceana**, v. 79, n. 2, p. 175-196, 2006.

CUESTA, J. A.; RODRÍGUEZ, A. Early zoeal stages of *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius), *P. transversus* (Gibbes) and *P. maurus* (Lucas) (Crustacea: Brachyura: Grapsidae), reared in the laboratory. **Scientia Marina**, v. 58, p. 323-327, 1994.

CUESTA, J. A.; SCHUBART, C. D. First zoeal stages of *Geograpsus lividus* and *Goniopsis pulchra* from Panama confirm consistent larval characters for the subfamily Grapsinae (Crustacea: Brachyura: Grapsidae). **Ophelia**, v. 51, p. 163-176, 1999.

DEMASTER, D. J.; POPE, R. H. Nutrient dynamics in Amazon shelf waters: results from amassed. **Continental Shelf Research**, v. 16 (3), p. 263-289, 1996.

- DÍAZ, H. & BEVILACQUA, M. Early developmental sequences of *Aratus pisonii* (Milne Edwards) (Brachyura, Grapsidae) under laboratory conditions. **Journal of Coastal Research**, v. 3, p. 63-70, 1987.
- DÍAZ, H. & COSTLOW, J.D. (1972) Larval development of *Ocypode quadrata* (Brachyura: Crustacea) under laboratory conditions. *Marine Biology*, 15, 120-131.
- DÍAZ, H.; EWALD, J. J. A comparison of the larval development of *Metasesarma rubripes* (Rathbun) and *Sesarma ricordi* H. Milne Edwards (Brachyura, Grapsidae) reared under similar laboratory conditions. **Crustaceana**, Suppl.2, p. 225-248, 1968.
- DIELE, K.; SIMITH, D. J. B. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 68, p. 600-608, 2006.
- DINEEN, J. F.; CLARK, P. F.; HINES, A. H.; REED, S. A.; WALTON, H. P. Life history, larval description, and natural history of *Charybdis hellerii* (Decapoda, Brachyura, Portunidae), an invasive crab in the Western Atlantic. **Journal of Crustacean Biology**, v. 21, p. 774-805, 2001.
- DITTEL, A. I.; EPIFANIO, C. E. Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Marine Ecology Progress Series**, v. 65, p. 25-34, 1990.
- FERNANDES, L. D. A.; BONECKER, S. L. C.; VALENTIN, J. L. Dynamic of decapod crustacean larvae on the entrance of Guanabara Bay. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, p. 491-498, 2002.
- FRANSOZO, A. Desenvolvimento larval de *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Decapoda, Xanthidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 4, p. 165-179, 1987.
- FRANSOZO, A., MANTELATTO, F. L. & NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Larval development of *Hexapanopeus paulensis* Rathbun, 1930 (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) under laboratory conditions. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, p. 31-45, 1991.
- FRANSOZO, A.; BERTINI, G. The first zoeal stage of *Lithadia rotundata* A. Milne Edwards, 1880 (Brachyura: Leucosiidae: Ebaliinae) obtained in the laboratory. **Nauplius**, v. 10, n. 1, P. 55-59, 2002.
- FRANSOZO, A.; CUESTA, J. A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. The first zoeal stage of two species of Grapsidae (Decapoda Brachyura) and a key to such larvae from the Brazilian coast. **Crustaceana**, v. 71, p. 331-343, 1998.
- FRANSOZO, A.; HEBLING, N. J. Desenvolvimento larval de *Sesarma (Holometopus) rectum* Randall, 1840 (Decapoda, Grapsidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, p. 353-364, 1986.

FRANSOZO, A.; HEBLING, N. J. Desenvolvimento pós-embriônico de *Mithrax hispidus* (Hersbt, 1790) (Decapoda, Majidae) em laboratório. **Ciência e Cultura**, v. 34, p. 385-395, 1982.

FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; MARTIN, J. W.; TRAUTWEIN, S. E. Morphology of the first zoeal stage of *Platypodiella spectabilis* (Herbst, 1794) (Decapoda, Brachyura, Xanthidae) obtained in the laboratory. **Gulf and Caribbean Research**, v. 13, p. 79-85, 2001.

GALIL, B. S. Eritrean decapods in the Levant. Biogeography in motion. Monaco, n special 9, p.115-123, 1992.

GEYER, W. R.; BEARDSLEY, R. C.; LENTZ, S. J.; CANDELA, J.; LIMEBURNER, R.; JOHNS, W. E.; CASTRO, B. M.; SOARES, I. D. Physical oceanography of the Amazon shelf. **Continental Shelf Research**, v. 16 (5/6), p. 575–616, 1996.

GIMÉNEZ, L.; ANGER, K. Relationships among salinity, egg size, embryonic development, and larval biomass in the estuarine crab *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 260, p. 241–257, 2001.

GONZÁLES-GORDILLO, J. I.; SANTOS, A.; RODRÍGUEZ, A. Checklist and annotated bibliography of decapod crustacean larvae from the Southwestern European coast (Gibraltar Strait area). **Scientia Marina**, v. 65, n. 4, p. 275-305, 2001.

GORE, R. H.; SCOTTO, L. E. *Cyclograpsus interger* H. Milne Edwards, 1837 (Brachyura, Grapsidae): the complete larval development in the laboratory, with notes on larvae of the genus *Cyclograpsus*. **Fishery Bulletin**, v. 80, p. 501-521, 1982.

GUERAO, G.; SCHUBART, C. D.; CUESTA, J. A. The first zoeal stages of *Grapsus grapsus* (Linnaeus) and *Geograpsus lividus* (H. Milne-Edwards) (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) from the Western Atlantic. **Nauplius**, v. 9, p. 111-121, 2001.

HAMASAKI, K.; SUGIZAKI, M.; DAN, S.; KITADA, S. Effect of temperature on survival and developmental period of coconut crab (*Birgus latro*) larvae reared in the laboratory. **Aquaculture**, v. 292, p. 259–263, 2009.

HARTNOLL, R. G. The zoeal stages of the spider crab *Microphrys bicornutus* (Latr.). **Annals and Magazine of Natural History**, v. 7, p. 241-246, 1964.

HONG, S. Y.; SANKARANKUTTY, C.; CUNHA, I. M. C. Description of laboratory reared first zoea of *Hexapanopeus manningi* Sankarankutty and Ferreira, 2000 (Decapoda: Xanthidae). **Nauplius**, 9, 157-161, 2001.

HYMAN, O. W. Studies on larval crabs of the family Pinnotheridae. **Proceedings of the United States National Museum**, v. 64, p. 1-9, 1924.

INGLE, R. W. Larval development of the mud crab *Panopeus occidentalis* de Saussure, from Bermuda (Crustacea: Xanthoidea: Panopeidae). **Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)**, v. 48, p. 233-248, 1985.

INGLE, R. W. The first zoea of three *Pachygrapsus* species and of *Cataleptodius floridanus* (Gibbes) from Bermuda and Mediterranean (Crustacea: Decapoda: Brachyura). **Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)**, v. 52, p. 31-41, 1987.

ISMAEL, D.; MOREIRA, G. S. Effect of temperature and salinity on respiratory rate and development of early larval stages of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 118A, n. 3, p. 871-876, 1997.

JACKSON, T. D.; TORRES, G.; GIMÉNEZ, L. Survival and development of larvae of two decapod crustaceans under limited access to prey across a thermal range. **Journal of Plankton Research**. v. 0, n. 0, p.1–12, 2014.

JERLING, H. L.; VIVIER, L.; CYRUS, D. P. Response of the mesozooplankton community of the St Lucia estuary, South Africa, to a mouth-opening event during an extended drought. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 86, p. 543–552, 2010.

KIRCHER, A. B. The zoeal stages and glaucothoe of *Hypoconcha arcuata* Stimpson (Decapoda: Dromiidae) reared in the laboratory. **Bulletin of Marine Science**, v. 20, p. 769-792, 1970.

KJERFVE, B.; PERILLO, G. M. E.; GARDNER, L. R.; RINE, J. M.; DIAS, G. T. M.; MOCHEL, F. R. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: Healy, T.R.; Wang, Y. and Healy, J.A. (Eds.), **Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions**. Elsevier Science, 479-532, 2002.

KOETTKER, A. G.; FREIRE, A. S. Spatial and temporal distribution of decapod larvae in the subtropical waters of the Arvoredo archipelago, SC, Brazil. **Iheringia**, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 96(1), p. 31-39, 2006.

KOETTKER, A. G.; SUMIDA, P. Y. G.; LOPES, R. M.; FREIRE, A. S. Illustrated key for the identification of the known zoeal stages of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from tropical and subtropical Brazil, southwestern Atlantic. **Zootaxa**, v. 3204, p. 1-19, 2012.

KONISHI, K.; MINAGAWA, M. The first zoeal larva of the Gulfweed crab *Planes cyaneus* Dana, 1851 (Crustacea: Brachyura: Grapsidae). **Proceedings of the Japanese Society Systematic Zoology**, v. 42, p. 14-20, 1990.

KRUMME, U.; LIANG, T. Tidal-Induced changes in a copepod-dominated zooplankton community in a macrotidal mangrove channel in northern Brazil. **Zoological Studies**, v. 43(2). p. 404-414, 2004.

KURATA, H.; HEARD, R. W.; MARTIN, J. W. Larval development under laboratory conditions of the xanthid mud crab *Eurytium limosum* (Say, 1818) (Brachyura: Xanthidae) from Georgia. **Gulf Research Reports**, v. 7, p. 19-25, 1981.

LANG, W. H.; YOUNG, A. M. Larval development of *Hypoconcha sabulosa* (Decapoda: Dromiidae). **Fishery Bulletin**, v. 77, p. 851-863, 1980.

- LARÉZ, M. B.; PALAZÓN-FERNANDES, J. L.; BOLAÑOS, C. J. The effect of salinity and temperature on the larval development of *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Brachyura: Majidae) reared in laboratory. **Journal of Plankton Research**, v. 22, n. 10, p. 1855-1869, 2000.
- LAUGHLIN, R. A.; RODRIGUEZ, P. J.; MARVAL, J. A. The complete larval development of the sponge crab *Dromia erythropus* (George Edwards, 1771) (Brachyura: Dromiidae) from the Archipelago de Los Roques, Venezuela. **Journal of Crustacean Biology**, v. 2, p. 342-359, 1982.
- LAUGHLIN, R. A.; RODRIGUEZ, P. J.; MARVAL, J. A. Zoeal stages of the coral crab *Carpilius corallinus* (Herbst) (Decapoda, Xanthidae) reared in the laboratory. **Crustaceana**, v. 44, p. 169-186, 1983.
- LEBOUR, M. V. Larval crabs from Bermuda. **Zoologica**, v. 29, p. 113-128, 1944.
- LEITE, N. R.; MAGALHÃES, A.; SILVA, L. M.; ANDRADE, T. P.; MATOS, J.B.; COSTA, A. K. R.; PEREIRA, J. J.; FLORES-MONTES, M. J.; COSTA, R. M. Short and Medium Term Variation in the Dynamics of the Mesozooplankton Community of an Amazonian Estuary. **Journal of Coastal Research**, Special Issue, n. 75, p. 218-222, 2016.
- LIMA, J. F. Larval development of *Austinixa bragantina* (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae) reared in the laboratory. **Zoologia**, v. 26, p. 143-154, 2009.
- LIMA, J. F.; ABRUNHOSA, F. The complete larval development of *Armases benedict* (Rathbun) (Decapoda, Sesarmidae), from the Amazon region, reared in the laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 460-470, 2006.
- LIMA, J. F.; ABRUNHOSA, F.; COELHO, P. A. The larval development of *Pinnixa gracilipes* Coelho (Decapoda, Pinnotheridae) reared in the laboratory. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 480-489, 2006.
- LOCHMANN, S. E.; DARNELL, R. M.; McEACHRAN, J. D. Temporal and vertical distribution of crab larvae in a tidal press. **Estuaries**, v. 18, n. 1B, p. 255-263, 1995.
- LONG, W. C.; SWINEY, K. M.; HARRIS, C.; PAGE, H. N.; FOY, R. J. Effects of ocean acidification on juvenile Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) and Tanner crab (*Chionectes bairdi*) growth, condition, calcification and survival. **PLoS ONE**, v. 8, p.1-10, 2013.
- LOPES, P. H. M.; ABRUNHOSA, F. A.; REIS, V. S. Descrição da primeira larva do siri pimenta *Callinectes bocourti* (Crustacea: Decapoda: Portunidae) obtida em laboratório. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 2, p. 208-212, 2000.
- LOPES, R. M. Zooplankton distribution in the Guaraú River estuary (South Eastern Brazil). **Estuarine Coastal Shelf Science**, v. 39, p. 287-302, 1994.
- MANTELATTO, F. L.; CUESTA, J. A. Morphology of the first zoeal stage of the commensal southwestern Atlantic crab *Austinixa aida* (Righi 1967) (Brachyura: Pinnotheridae), hatched in the laboratory. **Helgoland Marine Research**, v. 64, p. 343-348, 2010.

- MANTELATTO, F. L.; REIGADA, A. L. D.; GATTI, A. C. R.; CUESTA, J. A. Morphology of the first zoeal stages of five Portunid genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura) hatched at the laboratory. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 86, n. 2, p.755-767, 2014.
- MARQUES, S. C.; PARDAL, M. A.; PEREIRA, M. J.; GONÇALVES, S.; MARQUES, J. C.; AZEITEIRO, U. M. Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary **Hydrobiologia**, v.587, p. 213–223, 2007.
- MARTIN, J. W.; TRUESDALE, F. M.; FELDER, D. L. Larval development of *Panopeus bermudensis* Benedict and Rathbun, 1891 (Brachyura, Xanthidae) with notes on zoeal characters in xanthid crabs. **Journal of Crustacean Biology**, v. 5, p. 84-105, 1985.
- MARTORANO, L. G.; PEREIRA, L. C.; CEZAR, E. G. M.; PEREIRA, I. C. B. Estudos climatológicos do Estado do Pará, classificação climática (KOPPEN) e deficiência hídrica (THORNTH WHITE, MATHER). Belém: SUDAM/EMBRAPA, SNLCS. 53pp, 1993.
- McCONAUGHA J. R. Decapod larvae: dispersal mortality, and ecology. A working hypothesis. **American Zoologist**, v. 32, p. 512-523, 1992.
- McDERMOTT, J. J. The distribution of *Ocypode quadrata*, Atlantic Ghost Crab (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) megalopae, beyond the Presumptive Northern Boundary of adult populations in the Northwest Atlantic. **Northeastern Naturalist**, v. 20, n. 4, p. 578-586, 2013.
- MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. Plêiade, São Paulo, 1996.
- MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. Plêiade, São Paulo, 1996.
- MELO, G. A. S.; VELOSO, V. G. The Brachyura (Crustacea, Decapoda) of the coast of the State of Paraíba Brazil, collected by Project Algas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 796-805, 2005.
- MESSERKNECHT, I.; MONTÚ, M.; ANGER, K. Larval development and salinity tolerance of Brazilian *Eurytium limosum* (Say, 1818) (Brachyura: Xanthidae) reared in the laboratory. **Meeresforschung**, v. 33, p. 275-296, 1991.
- MILLER, J. J.; MAHER, M.; BOHABOY, E.; FRIEDMAN, C. S.; McELHANY, P. Exposure to low pH reduces survival and delays development in early life stages of Dungeness crab (*Cancer magister*). **Marine Biology**, v. 163, p. 118, 2016.
- MONTÚ, M.; ANGER, K.; BAKKER, C. Variability in the larval development of *Metasesarma rubripes* (Decapoda, Grapsidae) reared in the laboratory. **Neritica**, v. 5, p. 113-128, 1990.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Desenvolvimento pós-embriônico de *Eurypanopeus abbreviatus* (Stimpson, 1860) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae), em laboratório. **Boletim de Zoologia**, v. 10, p. 19-39, 1986a.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Desenvolvimento pós-embrionário de *Panopeus americanus* Saussure, 1857 (Decapoda, Xanthidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 46, p. 173-188, 1986b.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. The zoea I of *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) obtained in laboratory. **Nauplius**, v. 4, p. 165-168, 1996.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A. Larval development of *Epialtus bituberculatus* H. Milne Edwards (Crustacea: Decapoda: Brachyura, Majidae) with comments on majid larvae from the southwestern Atlantic. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 114, p. 120-138, 2001.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A. Larval stages of *Epialtus brasiliensis* Dana, 1852 (Decapoda, Brachyura, Majidae) reared in the laboratory with notes on characters of the majid suafamilies. **Crustaceana**, v. 60, p. 200-212, 1991.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; GONZALES-GORDILLO, J. I.; BERTINI, G. First appraisal on releasing and reinvasion of decapod larvae in a subtropical estuary from Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, v. 14(3), p. 87-94, 2002.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; HEBLING, N. J. Larval development of *Persephona mediterranea* Herbst, 1794 (Brachyura, Leucosiidae) under laboratory conditions. **Crustaceana**, v. 57, p. 177-193, 1989.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; HIROSE, G. L.; FRANSOZO, A.; BOLLA Jr., E. A. First zoeal stage and megalopa of *Uca (Uca) maracoani* (Decapoda: Brachyura), with comments on the larval morphology of South-American species of Ocypodidae. **Journal of Crustacean Biology**, v. 29, p. 364-372, 2009.

NEUMANN-LEITÃO, S.; SANT'ANNA, E. M. E.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; PARANAGUÁ, M. N.; SCHWAMBORN, R. Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. **Journal of Plankton Research**, v. 30, n. 7, p. 795-805, 2008.

NG, P. K. L.; GUINOT, D.; DAVIE, P. J. F. Systema brachyurorum. Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, p. 1-286, 2008.

O'CONNOR, N. J.; EPIFANIO, C. E. The effect of salinity on the dispersal and recruitment of fiddler crab larvae. **Journal of Crustacean Biology**, v. 5(1), p. 137-145, 1985.

PALMA, M. B.; COSTA, K. G.; MAGALHÃES, A.; COSTA, R. M. Zooplankton spatial and temporal distribution in an equatorial estuary (Amazon littoral, Brazil). **Journal of Coastal Research**, Special Issue, n. 65, 2013.

PAULA, J.; HARTNOLL, R. G. The larval and post-larval development of *Percnon gibbesi* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) and the identity of the larval genus *Pluteocaris*. **Journal of Zoology**, v. 218, p. 17-37, 1989.

- POHLE, G.; TELFORD, M. The larval development of *Dissodactylus crinitichelis* Moreira, 1901 (Brachyura: Pinnotheridae) in laboratory culture. **Bulletin of Marine Science**, v. 31, p. 753-773, 1981.
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.
- RHYNE, A.L.; FUJITA, Y.; CALADO, R. Larval development and first crab of *Mithraculus sculptus* (Decapoda: Brachyura: Majoidea: Mithracidae) described from laboratory-reared material. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.86, p. 1133-1147, 2006.
- RICE, A. L.; PROVENZANO, A. J. The larval development of the West Indian sponge crab *Dromidia antillensis* (Decapoda: Dromiidae). **Journal of Zoology**, v. 149, p. 297-319, 1966.
- RICE, A. L.; PROVENZANO, A. J. The larval stages of *Homola barbata* (Fabricius) (Crustacea, Decapoda, Homolidae) reared in the laboratory. **Bulletin of Marine Science**, v. 20, p. 447-461, 1970.
- RIEGER, P. J. Desenvolvimento larval de *Uca (Minuca) burguesi* Holthuis (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, p. 727-756, 1998.
- RIEGER, P. J. Desenvolvimento larval de *Uca (Minuca) mordax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae), em laboratório. **Trabalhos Oceanográficos da UFPE**, v. 25, p. 225-267, 1997.
- RIEGER, P. J. Desenvolvimento larval de *Uca (Minuca) vocator* (Herbst, 1804) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae), em laboratório. **Nauplius**, v.7, p.1-37, 1999.
- RIEGER, P. J.; HEBLING, N. J. Desenvolvimento larval de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Decapoda, Calappidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 513-528, 1993.
- RIEGER, P. J.; SANTOS, A. L. F.; CICHOWSKI, V. L. Estudo dos primeiros estágios larvais de *Mesorhoea sexpinosa* Stimpson, 1871 (Crustacea: Decapoda: Parthenopidae), em laboratório, com ênfase em morfologia de cerdas. **Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia PUCRS Série Zoologia**, v. 15, p. 239-264, 2002.
- RIOS-JARA, E. Spatial and temporal variations in the zooplankton community of Phosphorescent Bay, Puerto Rico. **Estuarine Coastal Shelf Science**, v. 46, p. 797-809, 1998.
- RODRIGUES, M. D.; HEBLING, N. J. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, p. 147-166, 1989.
- RODRÍGUEZ, A.; SPIVAK, E. D. The larval development of *Panopeus marginatus* (Decapoda: Brachyura: Panopeidae) reared in the laboratory. **Journal of Crustacean Research**, v. 21, p. 806-820, 2001.

SANDIFER, P. A. Larval stages of the crab, *Pilumnus dasypodus* Kingsley (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) obtained in the laboratory. **Bulletin of Marine Science**, v. 24, p. 378-391, 1975.

SANDIFER, P. A. Morphology and ecology of Chesapeake Bay decapod crustacean larvae. **1972. 532 f. (PhD Thesis)- University of Virginia, 1972.**

SANDIFER, P. The role of pelagic larvae in recruitment to populations of adult decapod crustaceans in the York River Estuary and adjacent lower Chesapeake Bay, Virginia. **Estuarine and Coastal Marine Science**, v. 3, p. 269-279, 1975.

SANDOZ, M.; HOPKINS, S. H. Early life history of the oyster crab, *Pinnotheres ostreum* (Say). **The Biological Bulletin**, v. 93, p. 250-258, 1947.

SANKARANKUTTY, C.; HONG, S. Y.; KIM, K. B. Description of laboratory reared first zoea of *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Decapoda, Portunidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 45-49, 1999.

SANKARANKUTTY, C.; LINS OLIVEIRA, J. E.; CUNHA, K. M. F.; SILVA, A. C.; ARROCA, E. Y. G. Further observations on zooplankton of the Potengi estuary (Natal, Brazil), with special reference to the larvae of Brachyura (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, p. 273-301, 1995.

SANTANA, W.; MARQUES, F.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. Larval development of *Notolopas brasiliensis* Miers, 1886 (Brachyura: Majoidea: Pisidae) described from laboratory reared material and a reappraisal of the characters of Pisidae. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 46, p. 219-232, 2006.

SANTANA, W.; MARQUES, F.; POHLE, G. Larval stages of *Stenocionops furcatus* (Olivier, 1791) (Decapoda: Brachyura: Majoidea) and a reappraisal of larval morphological characters for Mithracidae. **Journal of Plankton Research**, v. 26, p. 859-874, 2004.

SANTANA, W.; POHLE, G.; MARQUES, F. Zoeal stages and megalopa of *Mithrax hispidus* (Herbst, 1790) (Decapoda: Brachyura: Majoidea: Mithracidae): a reappraisal of larval characters from laboratory cultured material and a review for larvae of the *Mithrax - Mithraculus* species complex. **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 44, n. 1, p. 17-32, 2003.

SANTOS, M. L. S.; MEDEIROS, C.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; SCHWAMBORN, R.; MACÊDO, S. J. Influence of the Amazon and Pará rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent shelf. **Journal of Coastal Research**, v. 24, p. 585-593, 2008.

SCHUBART, C. D.; CUESTA, J. A. First zoeal stages of four *Sesarma* species from Panama, with identification keys and remarks on the American Sesarminae (Crustacea: Brachyura: Grapsidae). **Journal of Plankton Research**, v. 20, p.61-84, 1998.

SCHWAMBORN, R.; EKAU, W.; SILVA, A. P.; SCHWAMBORN, S. H. L.; SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SAINT-PAUL, U. Ingestion of large centric diatoms, mangrove

detritus, and zooplankton by zoeae of *Aratus pisonii* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae). **Hydrobiologia**, v. 560, p. 1-13, 2006.

SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SILVA, T. A.; SILVA, A. P.; EKAU, W.; SAINT-PAUL, U. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 29(1), p. 1-17, 2001.

SCOTTO, L. E. Larval development of the Cuban stone crab, *Menippe nodifrons* (Brachyura, Xanthidae) under laboratory conditions with notes on the status of the family Menippidae. **Fishery Bulletin**, v. 77, p. 359-386, 1979.

SCOTTO, L. E.; GORE, R. H. Larval development under laboratory conditions of the tropical spider crab *Mithrax (Mithraculus) coryphe* (Herbst, 1801) (Brachyura: Majidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 93, p. 551-562, 1980.

SERBINO, N. M. B. 2008. Descrição do primeiro estágio larval de *Uca rapax* (Smith, 1870) (Brachyura: Ocypodidae). Revista Intertexo 1: 6-15. Available online at: <http://www.revistaintertexo.com.br/>

SILVA-FALCÃO, E. C.; SEVERI, W.; ROCHA, A. A. F. Dinâmica espacial e temporal de zoeas de Brachyura (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil. **Iheringia**, Sér. Zool., v. 97(4), p. 434-440, 2007.

SIMITH, D. J. B.; DIELE, K. O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo-uça, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 345-350, 2008.

SIMITH, D. J. B.; SOUZA, A. S.; MACIEL, C. R.; ABRUNHOSA, F. A.; DIELE, K. Influence of salinity on the larval development of the fiddler crab *Uca vocator* (Ocypodidae) as an indicator of ontogenetic migration towards offshore waters. **Helgoland Marine Research**, v. 66, n. 1, p. 77-85, 2012.

SOUZA, A. S. COSTA, R. M. ABRUNHOSA, F. A. Comparative morphology of the first zoea of twelve brachyuran species (Crustacea: Decapoda) from the Amazon region. **Zoologia**, v. 30, n. 3, p. 273-290, 2013.

SOUZA, A. S.; COSTA, R. M.; ABRUNHOSA, F. A. The complete development of *Panopeus lacustris* Desbonne, 1867 (Brachyura: Panopeidae), from the Amazon region, reared in laboratory. **Acta Zoologica** (Stockholm), p. 1-16, 2012.

SPIVAK, E. D.; CUESTA, J. A. The effect of salinity on larval development of *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) (Brachyura: Ocypodidae) and new findings of the zoeal morphology. **Scientia Marina**, v. 73, n. 2, p. 297-305, 2009.

SPIVAK, E. D.; RODRÍGUEZ, A. *Pilumnus reticulatus* Stimpson, 1860 (Decapoda: Brachyura: Pilumnidae): a reappraisal of larval characters from laboratory reared material. **Scientia Marina**, v. 66, p. 5-19, 2002.

STUCK, K. C.; TRUESDALE, F. M. Larval development of the speckled swimming crab, *Arenaeus cribarius* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. **Bulletin of Marine Science**, v. 42, p. 101-132, 1988.

TAISHAKU, H.; KONISHI, K. Zoeas of *Calappa* species with special reference to larval characters of the family Calappidae (Crustacea, Brachyura). **Zoological Science**, v. 12, p. 649-654, 1995.

VIEIRA, L.; AZEITEIRO, U.; RÉ, P.; PASTORINHO, R.; MARQUES, J. C.; MORGADO, F. Zooplankton in a temperate estuary (Mondego estuary southern arm: Western Portugal). **Acta Oecologica**, v. 24, p. S163-S173, 2003.

VIEIRA, R. R. R.; CALAZANS, D. K. Chave ilustrada para identificação das zoés de Brachyura do estuário da Lagoa dos Patos (RS) e região costeira adjacente. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, 2010.

VIEIRA, R. R. R.; RIEGER, P. J. Larval development of *Hexapanopeus caribbaeus* (Stimpson, 1817) (Crustacea, Decapoda, Xanthoidea, Panopeidae) reared under laboratory conditions. **Journal of Plankton Research**, v. 26, p. 1175-1182, 2004.

VILHENA, M. P. S. P.; MARCONDES, L. C.; BERRÊDO, J. F. Continental and marine contributions to formation of mangrove sediments in an Eastern Amazonian mudplain: The case of the Marapanim Estuary. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 29, p. 427-438, 2010.

WARNER, G. F. The larval development of the mangrove tree crab, *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards), reared in the laboratory (Brachyura, Grapsidae). **Crustaceana**, Suppl. 2, p. 249-258, 1968.

WILSON, K. A.; GORE, R. H. Studies on decapod Crustacea from the Indian River region of Florida. XVII. Larval stages of *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775) cultured under laboratory conditions (Brachyura: Grapsidae). **Bulletin of Marine Science**, v. 30, p. 776-789, 1980.

WILSON, K. A.; SCOTTO, L. E.; GORE, R. H. Studies on decapod Crustacea from the Indian River region of Florida. XIII. Larval development under laboratory conditions of the spider crab *Mithrax forceps* (A. Milne-Edwards, 1875) (Brachyura: Majidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 92, p. 307-327, 1979.

YANG, W. T. Studies on the western Atlantic arrow crab genus *Stenorhynchus* (Decapoda Brachyura, Majidae). Larval characters of two species and comparison with other larvae of Inachinae. **Crustaceana**, v. 31, p. 157-177, 1976.

YANG, W. T. The larval and postlarval development of *Parthenope serrata* reared in the laboratory and the systematic position of the Parthenopinae (Crustacea, Brachyura). **The Biological Bulletin**, v. 140, p. 166-189, 1971.

YANNICELLI, B.; CASTRO, L. R.; VALLE-LEVINSON, A.; ATKINSON, L.; FIGUEROA, D. Vertical distribution of decapod larvae in the entrance of an equatorward facing bay of central Chile: implications for transport. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 1, p. 19-37, 2006.

YOUNG, C. M.; CHIA, F. Abundance and distribution of pelagic larvae as influenced by predation, behaviour and hydrographic factors. In: GIESE, A.; PEARSE, J.; PEARSE, V. (eds) **Reproduction in marine invertebrates IX**. General aspects: seeking unity in diversity. Blackwell, Palo Alto, 1987. p. 385-46.

CAPÍTULO 1

Composição e abundância de larvas de *Brachyura* em um estuário amazônico

Este capítulo foi elaborado de acordo com as normas do periódico *Journal of Plankton Research*, disponível no site: <http://plankt.oxfordjournals.org>

COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DE LARVAS DE BRACHYURA EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO

Francielly Alcântara de Lima¹ e Jussara Moretto Martinelli-Lemos¹

Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia - GPECA, Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém, Pará, Brasil

Mecanismos de dispersão larval, retenção ou exportação, ainda continuam sendo um tópico pouco estudado na ecologia dos crustáceos meroplantônicos. A fim de testar a influência das variações ambientais na abundância e na composição taxonômica e estágios larvais de Brachyura, foram selecionados seis locais de amostragem, distribuídos em duas margens e três zonas em um estuário amazônico. Vinte táxons pertencentes às famílias Grapsidae, Ocypodidae, Panopeidae, Pinnotheridae, Sesarmidae e Ucididae foram identificados. A composição taxonômica e a densidade não apresentaram associação com o gradiente espacial do estuário, sendo *Ucides cordatus*, *Pachygrapsus gracilis* e *Armases* spp. os táxons mais representativos. A maioria estava presente no estuário apenas em estágio larval zoea I, contudo, foram encontrados estágios larvais posteriores para algumas espécies, o que indica diferentes estratégias de dispersão larval, retenção e exportação. Esses resultados foram corroborados pela análise de correspondência canônica, em que a comunidade larval e os padrões de reprodução de Brachyura foram relacionados às variações de salinidade, influenciada principalmente pela alta vazão do Rio Amazonas e pela pluviosidade na região.

PALAVRAS-CHAVE: zooplâncton; Decapoda; zoea; dispersão larval; Amazônia

INTRODUÇÃO

Brachyura é um dos grupos mais diversificados e estudados de crustáceos, com 6.793 espécies conhecidas, distribuídas em 93 famílias e 38 superfamílias (Ng et al., 2008), e cerca de 370 espécies ocorrendo ao longo da costa do Brasil (Melo, 1996). Suas várias fases de zoea são bastante representativas na densidade de Decapoda em amostras de plâncton (Koettker e Freire, 2006), e assim como outros grupos de crustáceos decápodes, seus representantes possuem estratégias de recrutamento e dispersão larval (Sandifer, 1975). Algumas espécies podem manter suas larvas dentro do sistema onde os adultos são encontrados, adotando estratégia de retenção, outras levam à exportação de suas larvas para águas costeiras ou oceânicas mais salinas (Charmantier et al., 2002).

Os padrões de distribuição de larvas planctônicas geralmente são influenciados por uma combinação de características biológicas do desenvolvimento larval e efeitos de variáveis ambientais (Molinet et al., 2008). No ambiente estuarino, fatores abióticos muito importantes para estes organismos são temperatura e salinidade (Faleiro et al., 2012). A temperatura é capaz de afetar a duração do período larval de caranguejos (Hernández et al., 2010; Anger, 1991), seu desenvolvimento e sobrevivência (Bryars e Havenhand, 2006), além de determinar o período de reprodução das espécies, que ocorre principalmente nas épocas mais quentes do ano (Spivak et al., 1991; Mohktari et al., 2008; Vergamini e Mantelatto, 2008), contudo esse fator é mais determinante sobre populações de regiões temperadas do que tropicais, explicado pelas estações climáticas bem definidas e exposição a grandes variações térmicas (Costa e Soares-Gomes, 2009).

A salinidade é considerada o fator ecológico chave na biologia de larvas meroplanctônicas de estuários e zonas costeiras, é o mais variável, capaz de influenciar diversas funções fisiológicas dos organismos, exercer pressões de seleção e regular a distribuição nestes ambientes (Anger, 2003; Ehlinger e Tankersley, 2004). Nesse sentido, o estabelecimento de espécies está diretamente relacionado a sua capacidade de adaptação às variações da salinidade por meio de osmorregulação. Em espécies com estratégia de exportação larval, observa-se ausência de habilidades osmorreguladoras em zoeas, exceto zoea I, que colonizam o ambiente ao retornar em fases posteriores, após adquirirem osmorregulação eficiente. Já em espécies que realizam retenção, os primeiros estágios larvais pós-eclosão tem alta capacidade osmorreguladora, que resulta em ampla tolerância à salinidade (Chamantier et al., 2002).

Os estuários tropicais amazônicos são ambientes altamente dinâmicos, influenciados por uma das maiores descargas de sedimentos, nutrientes dissolvidos e matéria orgânica do mundo (Oltman, 1968). São distintos de outros ao longo da costa brasileira, e regidos por diversos fatores ambientais além da alta descarga fluvial, como macromarés semidiurnas, ação de ventos e correntes, variações de salinidade (Geyer et al., 1996), que exercem forte influência sobre a composição, distribuição e ecologia das comunidades planctônicas locais. No estuário amazônico de Marapanim, estudos realizados anteriormente já verificaram padrões de dispersão larval distintos entre os grupos de decápodes. O caranguejo anomuro *Petrolisthes armatus* utiliza este ambiente para seu desenvolvimento larval completo, caracterizando estratégia de retenção (Oliveira et al., 2013), enquanto o corrupto *Upogebia vasquezii* se reproduz neste estuário, e os autores sugerem exportação de suas larvas para salinidades mais elevadas (Oliveira et al., 2012).

Este estudo enfoca a hipótese de que a diversidade taxonômica é decorrente das restrições ambientais e bióticas. Hipotetizamos que regiões distintas do estuário amazônico equatorial exibiriam diferentes composição e densidade larval de Brachyura, que poderiam estar relacionadas às características distintivas de cada região, incluindo variações de temperatura, salinidade e pH.

METODOLOGIA

Área de estudo

A costa norte do Brasil, região amazônica, é uma área de fisiografia bastante irregular, constituída de uma sucessão de pequenos estuários, que criam baías rodeadas por penínsulas e ilhas que se prolongam para o oceano (Franzinelli, 1992). O estuário do Rio Marapanim está inserido neste ambiente, possui extensão de cerca de 2500 km², e localiza-se entre as coordenadas 00°32'S e 00°52'S; 47°45'W e 47°32'W (Martorano et al., 1993).

A foz deste estuário se encontra em relevo baixo e estabelece conexão aberta com o Oceano Atlântico, sofrendo ação de ondas e macromarés semidiurnas que ultrapassam 5 metros. Durante o período de menor pluviosidade, águas salinas adentram cerca de 60 km acima da foz do estuário, e no período de maior pluviosidade aproximadamente 40 km (Vilhena et al., 2010).

O clima predominante é equatorial úmido, com temperatura média anual de 27°C, precipitação entre 2400 e 3330 mm. Nesta região há presença de duas estações climáticas, definidas em função da variação sazonal da precipitação, desse modo, considera-se período menos chuvoso os meses de julho a dezembro, e período chuvoso de janeiro a junho (Moraes et al., 2005). Contudo, segundo dados da Agência Nacional das Águas (ANA), no ano do estudo, o mês de janeiro teve baixa incidência de chuvas em comparação à média histórica, devido a tal comportamento atípico, adotamos neste trabalho período seco como o intervalo de agosto a janeiro, e período chuvoso de fevereiro a julho.

Coleta de dados

A amostragem foi realizada bimestralmente de setembro de 2006 a julho de 2007, contemplando períodos menos chuvoso e chuvoso, em seis locais (A1, A2, A3, B1, B2, B3), levando em consideração as margens A e B (margens), e zonas superior (1), média (2) e

inferior (3) do estuário: coordenadas A1 (0°38'S e 47°38'W), A2 (0°40'S e 47°38'W), A3 (0°42'S e 47°41'W), B1 (0°36'S e 47°35'W), B2 (0°40'S e 47°36'W) e B3 (0°43'S e 47°39'W). O local A1 encontra-se nas proximidades do vilarejo de Marudá, A2 a Vila de Pescadores do Araticum e A3 localiza-se próximo ao Município de Marapanim, áreas tidas como de maior influência antrópica. Posicionados quase paralelamente na margem oposta, estão os locais B1, próximo à Ilha de Algodal/Maiandeuá, B2 aproximadamente paralelo a A2, e B3 no entorno do vilarejo Cafezal, áreas mais preservadas e com menor grau de antropização (Figura 1).

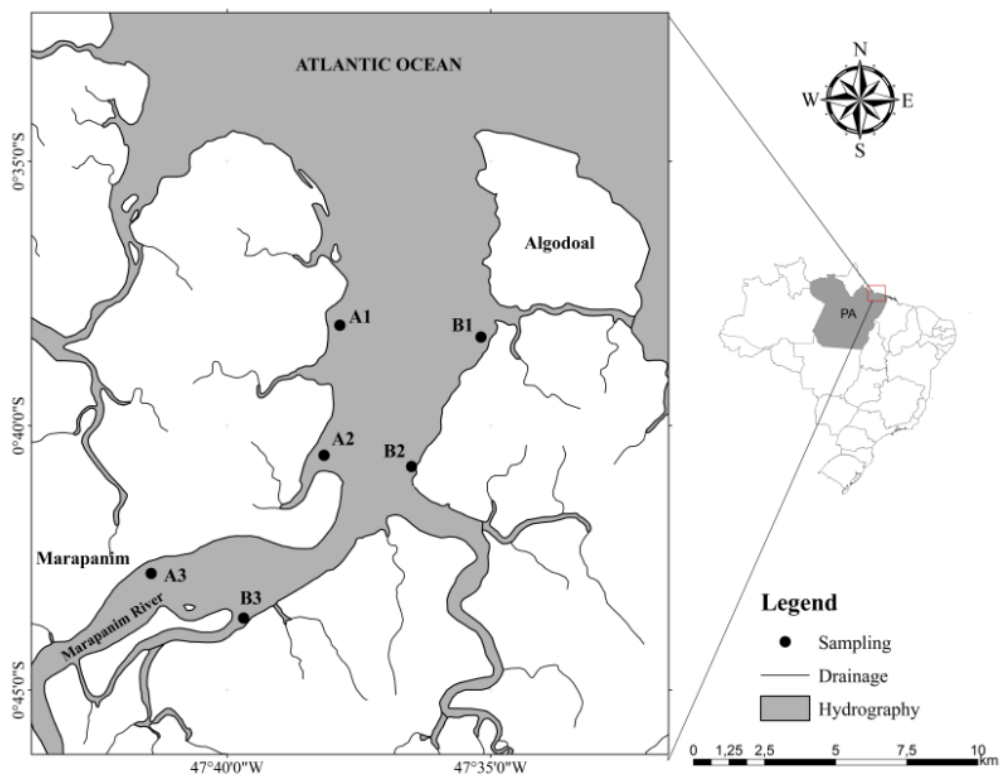


Fig. 1. Localização geográfica do estuário de Marapanim (PA), com indicação dos seis locais de coleta.

Os locais de coleta estão dispostos de modo a abranger as diferentes deposições de sedimentos dos perfis. O perfil A possui elevada quantidade de argila, o que indica uma área de deposição sedimentar, enquanto o perfil B tem reduzidos teores de argila e predomínio do silte médio, características de região de maior turbulência (Berrêdo et al., 2008). Os locais também contemplam um gradiente de salinidade no estuário que cresce no sentido rio-mar, onde a zona 1 apresenta valores de salinidade mais elevados devido à proximidade com o mar aberto, enquanto o inverso ocorre na zona 3, influenciada principalmente pelo aporte de águas do Rio Marapanim.

Em cada expedição foram efetuados arrastos de zooplâncton, utilizando rede de plâncton cônica de 1 m de comprimento, malha de 200 μ m e 0,50 m de diâmetro de abertura, com fluxômetro acoplado. Os arrastos ocorreram horizontalmente à aproximadamente 0,50 m da superfície da coluna d'água, com duração de três minutos e velocidade máxima de 1,5 nós, sempre no período diurno, maré vazante e lua nova. Em cada local de coleta foram registrados dados de temperatura (termômetro de mercúrio), salinidade e pH (analisador multiparâmetro YSI). Valores de pluviosidade local foram obtidos junto ao banco de dados da Agência Nacional das Águas (ANA, 2007).

Todo o material coletado foi imediatamente fixado em solução de formaldeído a 4%, tamponado com tetraborato de sódio, e acondicionado em frascos plásticos etiquetados. Ao final das expedições obtivemos 36 amostras de zooplâncton (1 arrasto x 6 locais x 6 meses), com volume inicial de 1000 mL cada. Em laboratório, cada amostra foi fracionada com um subamostrador Folsom, garantindo a representatividade dos táxons presentes na amostra total. As larvas foram dissecadas e identificadas ao microscópio óptico até o menor nível taxonômico, quando possível, segundo Costlow e Bookhout (1966); Martin et al. (1985); Rodrigues e Hebling, (1989); Anger et al. (1995); Fransozo et al. (1998); Lima et al. (2006); Souza et al. (2012, 2013), entre outros.

Análise de dados

Foi estimado o número de cada táxon relativo à amostra total, calculado através da multiplicação dos valores encontrados para cada táxon pelo fator trinta e dois (32), total de subdivisões sofridas pelo volume inicial da amostra (1000 mL). A abundância foi estimada pela densidade, calculada pela divisão do número total de indivíduos de uma espécie pelo volume de água filtrada pela rede de plâncton (ind./m^3). O volume filtrado foi calculado com base no número de rotações do fluxômetro Hydrobios acoplado na abertura da rede, a partir da diferença de dígitos apresentada entre o início e o final de cada arrasto, segundo a fórmula: $V = A \times R \times C$, onde: A = área de abertura da rede ($A = \pi.r^2$), R = n° de rotações do fluxômetro durante o arrasto ($D_f - D_i$), sendo D_f = dígito final e D_i = dígito inicial e C = Fator de aferição após calibração do aparelho (m/rotações) = 0,3.

A frequência de ocorrência (FO) das larvas de cada espécie, em porcentagem, foi obtida pela fórmula: $FO = a \times 100/A$, onde a = número de amostras contendo a espécie; e A = total de amostras. Classificadas de acordo com Cavalcante & Larrazábal (2004) em: muito

frequente ($FO \geq 70\%$); frequente ($30 \leq FO < 70\%$) pouco frequente ($10 < FO < 30\%$); e esporádica ($FO \leq 10\%$).

Para ordenar as diferenças na densidade de espécies entre os tratamentos (margens e zonas) foi utilizada a análise de coordenadas principais (PCoA), utilizando índice de Bray Curtis, posteriormente, análise de variância multivariada permutacional (Permanova) com 9999 permutações, a fim de confirmar a significância da ordenação no Programa R versão 3.2.2. A densidade das larvas não apresentou normalidade e homocedasticidade, mesmo após as transformações necessárias. Assim, para verificar se houve diferença da densidade de larvas entre os tratamentos, foi aplicado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (KW-H), adotando um nível de significância de 95%. Foi utilizada ANOVA one way para verificar diferenças entre as variáveis ambientais nos tratamentos, devido a normalidade destes dados. Além disso, utilizou-se uma análise de correspondência canônica (CCA) para verificar como estas variáveis (temperatura, salinidade, pH) poderiam explicar a variação da densidade de larvas.

RESULTADOS

Variáveis ambientais

A salinidade apresentou um elevado gradiente de variação ao longo dos meses ($F = 29,92$; $p < 0,01$), de 3 em março a 35 em novembro. Contudo, a variação de suas médias para os tratamentos não foram significativas para zonas e margens: zona I= $22,25 \pm 9,07$; zona II= $18,83 \pm 9,02$ e zona III= $14,83 \pm 9,08$ ($F = 2,01$; $p = 0,14$); margem A= $18 \pm 9,2$ e margem B= $19,27 \pm 9,65$ ($F = 0,16$; $p = 0,68$). A temperatura média da água também diferiu entre os meses ($F = 4,4$; $p < 0,01$), com valor mínimo de $27,9^\circ\text{C}$ em março e máximo de $29,5^\circ\text{C}$ em setembro. Os valores médios desta variável foram distintos entre zonas: zona I= $28,45 \pm 0,29$; zona II= $28,57 \pm 0,32$ e zona III= $28,85 \pm 0,47$ ($F = 3,4$; $p = 0,04$); porém sem diferenças significativas entre margens: margem A= $28,65 \pm 0,41$ e margem B= $28,60 \pm 0,39$ ($F = 0,1$; $p = 0,75$).

O pH variou de 5,74 em janeiro e 8,92 em março e não apresentou diferenças entre os meses ($F = 1,12$; $p < 0,36$). A média mensal diferiu entre zonas: zona I= $8,25 \pm 0,35$; zona II= $7,92 \pm 0,37$ e zona III= $7,12 \pm 0,64$ ($F = 17,76$; $p < 0,01$); mas foi similar entre margens: margem A= $7,74 \pm 0,77$ e margem B= $7,79 \pm 0,56$ ($F = 0,05$; $p = 0,82$). A precipitação pluviométrica

mínima durante o período de estudo foi de 20 mm em setembro e máxima de 587,6 mm em março (Tabela I).

Tabela I: Variáveis ambientais no estuário do Rio Marapanim, Amazônia brasileira, em relação aos meses.

| | | Set/06 | Nov/06 | Jan/07 | Mar/07 | Mai/07 | Jul/07 |
|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|---------------|-------------|--------------|
| Precip (mm) | Mínimo | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 |
| | Máximo | 17,6 | 20 | 14,4 | 68,9 | 82,6 | 13,4 |
| | Média ± dp | 0,66 ± 3,22 | 0,90 ± 3,70 | 1 ± 3,09 | 18,95 ± 20,76 | 8,9 ± 16,78 | 1,57 ± 3,41 |
| Temp (°C) | Mínimo | 28,01 | 28,09 | 28,61 | 27,99 | 28,28 | 28,71 |
| | Máximo | 29,55 | 29,01 | 29,39 | 29,39 | 28,87 | 29,22 |
| | Média ± dp | 28,58 ± 0,56 | 28,58 ± 0,34 | 28,98 ± 0,3 | 28,18 ± 0,19 | 28,57 ± 0,2 | 28,87 ± 0,19 |
| Salinidade | Mínimo | 18 | 26 | 18 | 3 | 4 | 13 |
| | Máximo | 32 | 35 | 22 | 9 | 19 | 24 |
| | Média ± dp | 26 ± 5,65 | 30 ± 3,5 | 20 ± 1,37 | 6 ± 2,56 | 10 ± 5,81 | 17 ± 3,86 |
| pH | Mínimo | 7,34 | 7,11 | 5,74 | 7,65 | 7,28 | 7,33 |
| | Máximo | 8,21 | 8,16 | 8,78 | 8,92 | 8,17 | 8,05 |
| | Média ± dp | 7,41 ± 0,69 | 7,74 ± 0,38 | 7,68 ± 1,26 | 8,28 ± 0,45 | 7,78 ± 0,35 | 7,74 ± 0,23 |

Dp = desvio padrão

Composição larval de Brachyura

Um total de 8271 larvas de Brachyura foram coletadas, pertencentes a 6 famílias e 20 espécies. *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) foi a espécie mais abundante e contribuiu com 28,36% do total de larvas, seguido de *Pachygrapsus gracilis* (Saussure, 1857) com 12,9 % e *Armases* spp. Abele, 1992 com 12,24%. A maioria das espécies estava presente no estuário apenas em estágio zoea I, contudo, foram identificados outros estágios de desenvolvimento larval de *Uca maracoani* (Latreille, 1802), *Armases*, *Acantholobulus bermudensis* (Benedict & Rathbun, 1891) e *Pinnixa gracilipes* Coelho, 1997, além da presença de todos os estágios zoea de *Leptuca cumulanta* (Crane, 1943) e *Hexapanopeus cf. angustifrons* (Benedict & Rathbun, 1891). Quanto à frequência de ocorrência, larvas de *Armases*, *L. cumulanta*, *U. maracoani*, e *Minuca rapax* (Smith, 1870) foram encontradas em todos os locais, enquanto *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) e *Sesarma curacaoense* de Man, 1892 ocorreram de forma ocasional e esporádica (Tabela II).

Tabela II: Composição, estágio larval, densidade, frequência de ocorrência, classificação e dispersão larval das espécies de *Brachyura* no estuário de Marapanim, Amazônia brasileira

| Táxon | Estágio | FO % | Classif. | Densidade méd +dp (ind./m ³) | Dispersão larval | Referências |
|------------------------------|---------|------|----------|---|---------------------|--|
| Grapsidae | | | | | | |
| <i>Pachygrapsus gracilis</i> | ZI | 41,7 | F | 75,35 ± 106,41 (mai) | EL | - |
| <i>Goniopsis cruentata</i> | ZI | 36,1 | F | 13,24 ± 12,4 (mai) | EL | - |
| Ucididae | | | | | | |
| <i>Ucides cordatus</i> | ZI | 50,0 | F | 453,4 ± 430,2 (jan) | EL | Diele e Simith 2006 |
| Ocypodidae | | | | | | |
| <i>Uca burgersi</i> | ZI | 38,9 | F | 53,12 ± 78,42 (jul) | EL | - |
| <i>Minuca rapax</i> | ZI | 72,2 | MF | 64,75 ± 84,93 (jul) | EL | Simith, 2014 |
| <i>Uca</i> sp. 1 | ZI | 63,9 | F | 109,13 ± 154,92 (jul) | EL | - |
| <i>Uca</i> sp. 2 | ZI | 36,1 | F | 61,21 ± 95,28 (jul) | EL | - |
| <i>Uca thayeri</i> | ZI | 13,9 | PF | 2,39 ± 4,48 (jan) | EL | - |
| <i>Uca maracoani</i> | ZI | 75 | MF | 37,09 ± 39,86 (nov) | EL | - |
| | ZII | | | 3,21 ± 7,87 (jul) | | |
| <i>Leptuca cumulanta</i> | ZI | 83,3 | MF | 121,13 ± 189,4 (jul) | RL | - |
| | ZII | | | 2,75 ± 3,51 (nov) | | |
| | ZIII | | | 0,80 ± 0,98 (jan) | | |
| | ZIV | | | 0,17 ± 0,43 (jan) | | |
| Sesarmidae | | | | | | |
| <i>Aratus pisonii</i> | ZI | 5,6 | E | 0,23 ± 0,57 (set) | RL | Diaz e Bevilacqua, (1986) |
| <i>Sesarma curacaoense</i> | ZI | 5,6 | E | 0,2 ± 0,5 (jul) | RL | Anger e Charmantier, (2000) |
| <i>Sesarma rectum</i> | ZI | 25 | PF | 3,35 ± 5,04 (jan) | EL | Anger e Moreira, (2004) |
| <i>Armases</i> spp. | ZI | 88,9 | MF | 136 ± 193,4 (jul) | EL | Montú et al., (1990); Luppi et al., (2003) |
| | ZII | | | 1,60 ± 3,92 (jan) | | |
| Panopeidae | | | | | | |
| Panopeidae | ZI | 33,3 | F | 1,23 ± 1,11 (jan) | - | - |
| <i>Panopeus americanus</i> | ZI | 5,6 | E | 5,57 ± 13,66 (nov) | - | - |
| <i>Panopeus lacustris</i> | ZI | 16,7 | PF | 1,26 ± 2,68 (nov) | | |
| <i>A. bermudensis</i> | ZI | 16,7 | PF | 0,74 ± 1,04 (jan) | RL | - |
| | ZII | | | 0,28 ± 0,44 (nov) | | |
| <i>H. cf angustifrons</i> | ZI | 36,1 | F | 0,16 ± 0,39 (jan) | RL | Johnson, (1985) |
| | ZII | | | 1,25 ± 1,38 (jan) | | |
| | ZIII | | | 0,65 ± 1,61 (mar) | | |
| | ZIV | | | 0,29 ± 0,46 (nov) | | |

Tabela II: Continuação

| Táxon | Estágio | FO % | Classificação | Densidade méd +dp (ind./m ³) | Dispersão larval | Referências |
|---------------------------|---------|------|---------------|---|------------------|---------------------------|
| Pinnotheridae | | | | | | |
| <i>Pinnixa gracilipes</i> | ZI | 41,7 | F | 2,99 ± 2,19 (jan) | RL | Silva-Falcão et al., 2007 |
| | ZII | | | 1,02 ± 1,75 (jan) | | |
| | ZIV | | | 0,15 ± 0,37 (jan) | | |

ZI = zoea I; ZII = zoea II; ZIII = zoea III; ZIV = zoea IV; FO = frequência de ocorrência; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente; E = esporádica; RL = retenção larval; EL = exportação larval.

A variação na densidade dos táxons revelou a existência de três comportamentos sazonais. As espécies *A. pisonii*, *A. bermudensis*, *H. cf. angustifrons*, *L. thayeri*, *S. rectum*, *P. gracilipes* e *P. americanus* apresentaram densidade larval mais elevada durante os meses de novembro a janeiro e foram denominadas grupo 1 (Fig. 2A). Exibiram padrão inverso a esse grupo as espécies *G. cruentata*, *M. burgersi*, *M. rapax*, *U. sp. 1*, *U. sp. 2*, *P. gracilis* e *Armases spp.*, denominadas grupo 2, com baixos valores de densidade nos meses de setembro a janeiro, e elevações no período de março a julho (Fig. 2B). Além disso, foi identificado um terceiro grupo, no qual as larvas estiveram presentes de forma relativamente contínua no estuário, constituído por: Panopeidae, *P. lacustris*, *U. maracoani* e *L. cumulanta* (Fig. 2C). Larvas de *U. cordatus* foram encontradas apenas no período de janeiro a maio, com maior densidade em janeiro, o que condiz com o período reprodutivo indicado por Diele et al., (2005) para esta espécie, que ocorre entre janeiro e junho, durante a estação chuvosa. A diferença na densidade das larvas quanto aos meses foi significativa apenas para *L. cumulanta* (H= 12,11; p= 0,03), *G. cruentata* (H= 12,95; p= 0,02), *H. cf. angustifrons* (H= 16,38; p < 0,01), *P. gracilipes* (H= 17,1; p < 0,01), *M. burgersi* (H= 15,6; p < 0,01), *U. sp. 1* (H= 14,92; p= 0,01) e *U. sp. 2* (H= 11,97; p= 0,03).

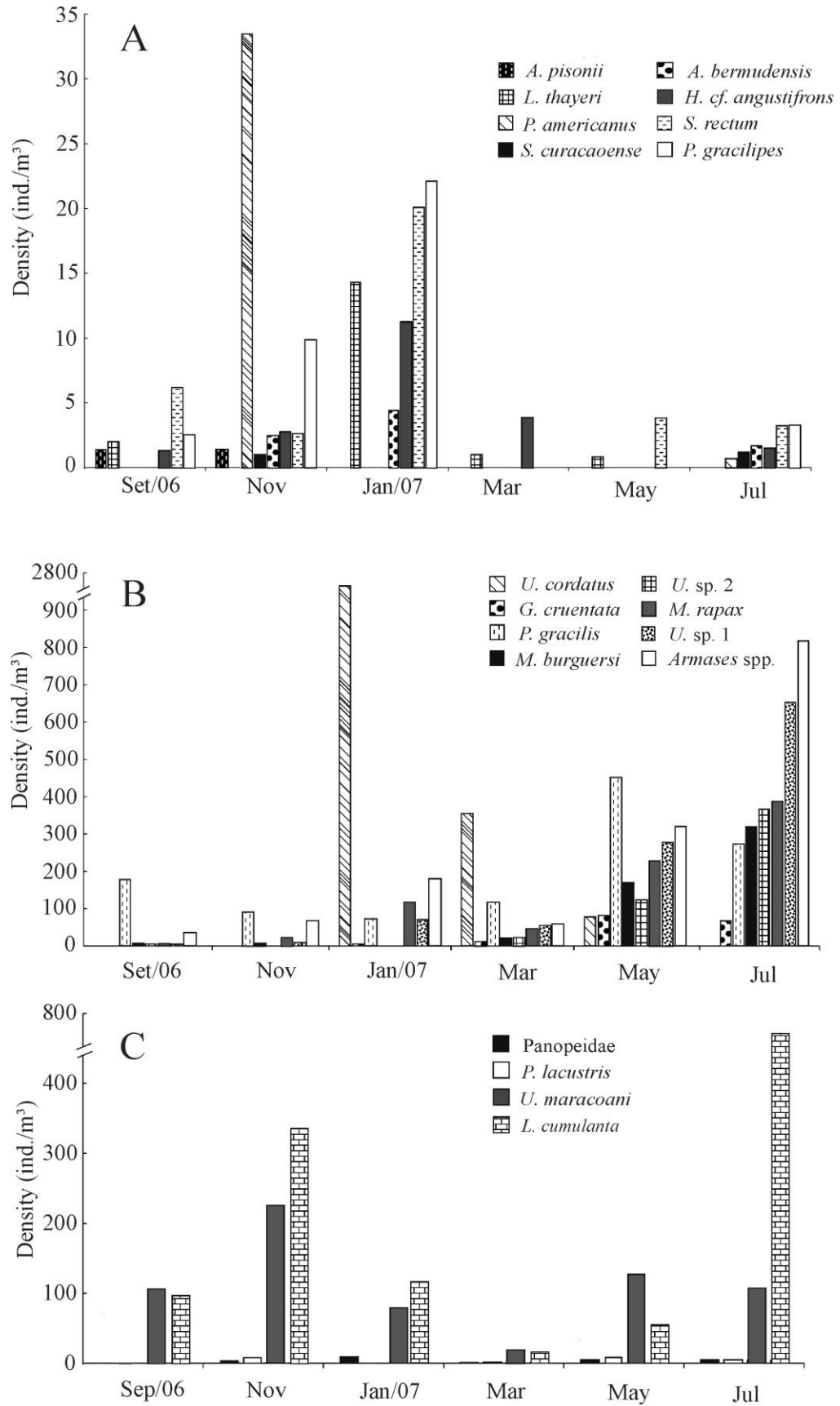


Fig. 2. Densidade larval dos grupos de Brachyura no estuário de Marapanim, Amazônia brasileira. Grupo 1 (A), grupo 2 (B) e grupo 3 (C).

Não houve formação de grupos para composição de espécies nos tratamentos de perfis (A e B) e zonas (I, II e III) do estuário. A análise de correspondência canônica explicou cerca de 89% da variação dos dados, 76,5% no primeiro eixo e 12,9% no segundo. A variável com maior magnitude de contribuição para explicar a distribuição das espécies foi a salinidade. A medida em que se avança para a esquerda na figura, maiores os registros de salinidade. A temperatura, de maneira oposta, variou de forma positiva ao avançar para cima, e o pH variou de forma inversamente proporcional em relação ao eixo 1 (Fig. 6). A densidade das espécies *A. bermudensis*, *A. pisonii*, *L. cumulanta*, *H. cf. angustifrons*, *P. gracilipes*, *S. curacaoense* e *U. maracoani* está relacionada a salinidades mais elevadas, ao contrário de *Armases* spp., *M. rapax*, *U. sp. 1*, *U. sp. 2* e *U. cordatus*, localizadas no sentido oposto, com salinidade mais baixa. As espécies Panopeidae, *S. rectum* e *L. thayeri* são influenciadas pela temperatura, enquanto *G. cruentata* e *M. burgersi* pelo pH. Não houve variação significativa nas densidade das espécies *P. gracilis*, *P. americanus* e *P. lacustris*.

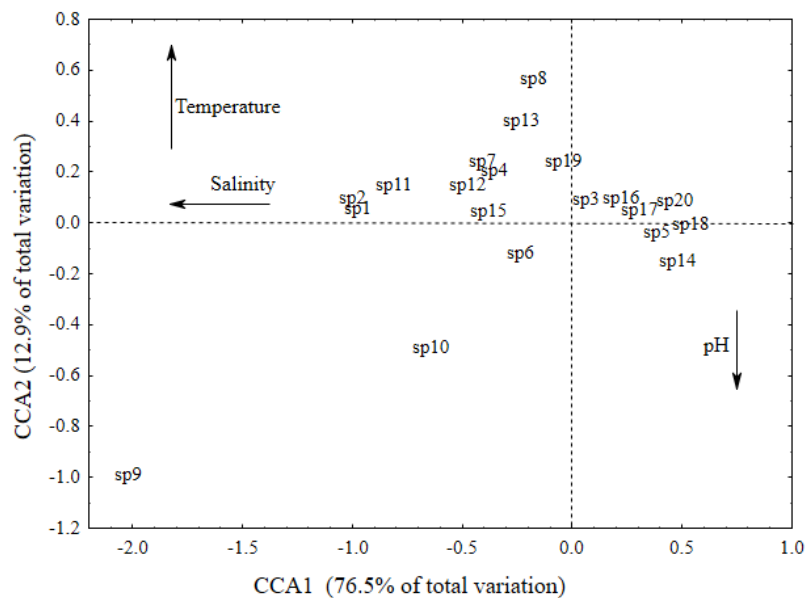


Fig. 6. Resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA), para a densidade de espécies e parâmetros ambientais. Sp1, *A. bermudensis*; Sp2, *A. pisonii*; Sp3, *Armases*; Sp4, *L. cumulanta*; Sp5, *G. cruentata*; Sp6, *P. gracilis*; Sp7, *H. cf. angustifrons*; Sp8, Panopeidae; Sp9, *P. americanus*; Sp10, *P. lacustris*; Sp11, *P. gracilipes*; Sp12, *S. curacaoense*; Sp13, *S. rectum*; Sp14, *U. burgersi*; Sp15, *U. maracoani*; Sp16, *M. rapax*; Sp17, *U. sp1*; Sp18, *U. sp2*; Sp19, *U. thayeri*; Sp20, *U. cordatus*.

DISCUSSÃO

As flutuações sazonais de fatores físicos no estuário de Marapanim podem ser responsáveis pelos diferentes padrões de composição e abundância das espécies. Em regiões tropicais, as

condições para o desenvolvimento larval planctônico geralmente são favoráveis durante todo o ano, diferente do que ocorre em regiões temperadas, onde a baixa temperatura é responsável pelo curto período reprodutivo dos caranguejos, que mudam seu comportamento alocando menos tempo ao forrageamento e atividades sexuais (Costa e Soares-Gomes, 2009). Quando em períodos mais quentes, a temperatura atua como estímulo e causa elevação da densidade de larvas das espécies (Dittel e Epifanio 1982; Hsueh, 1991; Brandão, 2011). No estuário amazônico estudado, esse parâmetro segue o padrão encontrado em regiões tropicais, com variações mínimas ao longo do ano (Carvalho e Couto, 2011). E, portanto, pareceu não influenciar a abundância sazonal, nem a atividade reprodutiva das espécies.

Em ecossistemas costeiros, a salinidade é um fator ambiental chave sobre a biologia larval e ecologia de muitos braquiúros (Anger, 2001, 2003). Afeta a sobrevivência (Bryars e Havenhand, 2006), o desenvolvimento larval (Lárez et al., 2000; Luppi et al., 2003), o crescimento (Anger et al., 1998), dispersão (Anger et al., 2008), a osmorregulação (Cieluch et al., 2004), o ciclo de muda, alimentação, entre outros aspectos referentes às larvas (Anger, 2003). Em se tratando de águas costeiras da região Norte do Brasil, alterações salinas são mais acentuadas durante o período chuvoso do que em outras regiões do país, devido principalmente à descarga do Rio Amazonas nos meses de fevereiro e março, bem como pela influência da pluviosidade (Simith e Diele, 2008).

De forma geral, a composição no estuário amazônico mostrou-se bastante semelhante a encontrada em estuários temperados ao longo da costa atlântica (Sandifer, 1975; Dittel e Epifanio, 1982), e região tropical do Pacífico (Dittel e Epifanio, 1990), composta principalmente pelas famílias Ocypodidae, Pinnotheridae, Grapsidae e Panopeidae. Larvas de Portunidae e Xanthidae não foram encontradas neste estudo. A abundância larval diferiu entre os meses, com maiores densidades verificadas em salinidades mais baixas, durante o período de maior pluviosidade. A densidade larval não mostrou associação com zonas nem perfis do estuário, de forma que a maioria dos táxons encontrados ocorreu nestes locais em densidades similares, com exceção de *S. curacaoense*, presente somente no perfil B, e *P. americanus*, exclusivamente na zona I. Tal resultado difere do observado em adultos de Brachyura no mesmo estuário, os quais mostram preferências por certas zonas e perfis em sua distribuição espacial, sem interferência de estações climáticas (Nóbrega e Martinelli-Lemos, 2016). Isso indica uma maior dependência dos indivíduos adultos com os substratos do estuário, quando comparados às larvas, que aparentam não possuir tal relação.

No estuário de Marapanim as larvas das espécies *M. rapax*, *U. maracoani*, *L. cumulanta* e *Armases* spp., foram altamente frequentes nas amostras, indicando ampla

distribuição neste ambiente ao longo do ano. A maioria das espécies que compõe o grupo 1, é característica de áreas de costões rochosos, e contribuíram com cerca de 2% do total de larvas coletadas, enquanto o grupo 2 é constituído principalmente de espécies ligadas a áreas de manguezal, que representaram 77%, do qual *U. cordatus* foi responsável por cerca de 28,3%. Contudo, em ambientes de costões rochosos deste mesmo estuário, adultos de *A. bermudensis*, *P. lacustris* e *H. caribbaeus* são muito mais abundantes do que os gêneros *Uca* e *Armases*, que possuem pequena contribuição (Nóbrega e Martinelli-Lemos, 2016), padrão oposto ao das larvas. Entretanto, em tal caso, a baixa densidade destes gêneros pode estar ligada ao local de amostragem, uma vez que seus habitats são preferencialmente áreas de mangue, em meio a troncos e raízes (Melo, 1996; Diele et al., 2010), e o trabalho referenciado foi desenvolvido em afloramentos rochosos.

No estuário de Marapanim, a reprodução das espécies mostrou ser contínua durante o ano com picos reprodutivos sazonais. Esse padrão de reprodução durante longos períodos, ou mesmo continuamente durante o ano, é comum em caranguejos braquiúros de zonas entre marés estuarinas e marinhas de costas tropicais e subtropicais, provavelmente devido à maior constância de condições ambientais favoráveis ao longo do ano em comparação com as zonas temperadas (Sastry, 1983; Morgan e Christy 1995).

Representantes do grupo 1 (famílias Sesarmidae, Panopeidae, Ocypodidae e Pinnotheridae) foram bem mais abundantes durante os meses de novembro e janeiro, possivelmente se tratando de pico de desova, como *P. americanus*, que apresentou pico de abundância larval em novembro. Esta mesma espécie, na região sudeste brasileira, apresenta reprodução contínua, com fêmeas ovígeras presentes durante todo o ano, mais abundantes no período de setembro a novembro, quando as temperaturas são mais elevadas. Observa-se que a maioria das espécies do gênero *Panopeus* até hoje estudadas pertencem à regiões temperadas, e apresentam descontinuidade nos períodos de reprodução, concentrados nos meses mais quentes do ano (Vergamini e Mantelatto, 2008), como ocorre com *Rhithropanopeus harrisi* no estuário do Rio de Neuse, Carolina do Norte (Goy et al., 1985). Esse resultado corrobora o fato do verão amazônico prolongado favorecer o desenvolvimento da espécie.

Durante os meses de maio a julho verificamos picos de abundância de espécies do grupo 2 (famílias Sesarmidae, Grapsidae e Ocypodidae). As exceções aos padrões sazonais observados são algumas espécies de Ocypodidae e Panopeidae pertencentes ao grupo 3, que exibiram larvas com abundância semelhante durante todo o período de estudo, sugerindo estratégia de reprodução contínua. O gênero *Uca* aparenta ser bastante diverso e possui

representantes adotando as três estratégias. Suas populações, quando em ambientes tropicais e subtropicais, se reproduzem de forma bem mais ampla em comparação àquelas que vivem em regiões temperadas, também de forma contínua com picos (Costa e Soares-Gomes, 2009). A atividade reprodutiva de *Uca* em áreas tropicais é máxima durante a estação chuvosa, assim como os grapsídeos (Dittel e Epifanio, 1990), e corrobora com nossos resultados para reprodução de espécies de Grapsidae, bem como para a maioria das espécies de *Uca*, salvo *U. maracoani* e *L. cumulanta*. Entretanto, para Koch et al., (2005) no estuário amazônico de Caeté, *M. rapax* se reproduz o ano todo, *L. cumulanta* e *U. maracoani* desovam principalmente durante a estação mais seca, enquanto apenas *U. vocator* tem pico durante o fim da estação chuvosa.

Em águas estuarinas a necessidade de adaptação à salinidade e suas variações é particularmente evidente (Charmantier, 2002), e o sucesso do estabelecimento de uma espécie depende da capacidade de cada uma das suas fases de desenvolvimento em se adaptar a este fator, o que está ligado à ontogenia, processos fisiológicos de osmorregulação e níveis de tolerância (Charmantier, 1998). Neste estuário amazônico de grande amplitude de salinidade, foram verificadas diferentes estratégias de dispersão larval, algumas espécies adotando exportação, enquanto outras retenção. A presença de larvas em estágio zoea I de todas as espécies encontradas, indica que a reprodução ocorre dentro do estuário, e a ausência de zoeas posteriores a I, sugere um comportamento migratório de saída do estuário para a maioria delas. A presença de outros estágios zoea posteriores de *L. cumulanta*, *H. cf angustifrons* e *P. gracilipes* indica que larvas dessas espécies são retidas no ambiente e se desenvolvem no próprio sistema.

Dentro de um mesmo grupo ou família é possível observar ambas estratégias de dispersão larval, como em caranguejos Sesarmidae, que possuem tendência geral para invadir ambientes não marinhos de água salobra, água doce e semi terrestres (Anger, 2001), são eurialinos com fortes características osmorreguladoras (Charmantier et al., 2002) e diferentes graus de dependência a águas costeiras. As espécies *Armases miersii* (Charmantier et al., 1998) e *Sesarma curacaoense* (Anger & Charmantier 2000) exibem estratégia de retenção com desenvolvimento larval abreviado, *S. rectum* se desenvolve parcialmente dentro do sistema de mangue parental, com exportação limitada para as águas costeiras (Anger e Moreira, 2004), enquanto *A. rubripes* não é tão tolerante às baixas salinidades e necessita exportar suas larvas para mar aberto (Montú et al., 1990; Luppi et al., 2003). No estuário de Marapanim, os representantes desta família foram encontrados principalmente em zoea I.

Ocypodidae apresenta habilidades osmorregulatórias em suas espécies adultas, estas podem distribuir-se em áreas oligohalinas, mesohalinas ou eurihalinas dentro do mesmo estuário, além de diferir em preferências de substratos, o que está intimamente relacionado com tolerância à salinidade (Thurman, 2002; 2003). Quanto ao período larval, geralmente realizam exportação para águas costeiras oceânicas, como ocorre com *U. tangeri* (Spivak e Cuesta, 2009), *U. vocator* (Simith et al., 2012) e *U. annulipes* (Peer et al., 2015), e apresentam atividades natatórias distintas, dependendo da localização dos habitats adultos em relação a região costeira (Christy e Tankersley, 2011). Larvas também têm diferentes tolerâncias a salinidade, onde *M. rapax* apresenta maior sensibilidade a baixas salinidades do que *U. vocator* e a espécie simpátrica *U. cordatus*, deste modo, se dispersa por distâncias maiores, pois sobrevive apenas em elevadas salinidades (> 30) (Simith e Diele, 2014). No presente trabalho, a maioria das espécies do gênero foram encontradas somente em zoea I, indicando exportação, menos *L. cumulanta*, cujo desenvolvimento ocorre totalmente dentro do estuário.

Larvas de Portunidae também demandam alta salinidade para completar seu desenvolvimento. São exportadas para águas oceânicas onde encontram condições ideais, ocorrendo até mais de 300 km da costa (Morgan e Christy, 1997). No entanto, estas zoea recém-eclodidas não utilizam transporte por correntes para sair do estuário, pois antes da liberação das larvas, fêmeas ovígeras deixam as áreas de acasalamento e migram para o mar para desovar perto de enseadas e águas costeiras (Carr et al., 2004), o que justifica a ocorrência de adultos no estuário de Marapanim (Nóbrega e Martinelli-Lemos, 2016), porém ausência de suas larvas em nossas amostras de plâncton.

Um grande número de experimentos de laboratório e de campo apontam que, de fato, a exportação ou retenção de Brachyura em estuários não é um fenômeno passivo, pois muitas destas larvas facilitam sua saída ou permanência nas imediações por meio de adaptações específicas, como o comportamento migratório vertical (DiBacco et al., 2001). As velocidades de correntes de maré são geralmente mais altas perto da superfície e diminuem com a profundidade (Queiroga et al., 1997). Algumas espécies que foram encontradas apenas em zoea I em nossas amostras podem possivelmente realizar retenção larval, e seus outros estágios de desenvolvimento podem não ter sido capturados em função de migração vertical na coluna d'água, considerando que a amostragem ocorreu sempre em maré vazante, e que durante esta fase da maré algumas larvas podem migrar para águas mais profundas. Esse tipo de comportamento já foi verificado em larvas de outros braquiúros, como *R. harrisii*, que durante o ciclo das marés migram para níveis da coluna de água onde não há fluxo em direção

à costa ou para o mar, assim, promovem retenção no estuário (Cronin, 1983). Em zoeae de Pinnotheridae, as larvas permanecem em maior profundidade na coluna de água para evitar predadores, e o transporte de corrente de maré é reduzido durante o dia, em contraste com os comportamentos de migração vertical de *Uca*, com as larvas mais próximas a superfície durante marés vazantes, promovendo rápido transporte a jusante (Garrison, 1999).

CONCLUSÃO

Diante do exposto, percebe-se que a composição, abundância e dispersão larval de Brachyura no estuário amazônico são bastante diversificadas, com espécies adotando uma gama de comportamentos, incluindo migração vertical e padrões de exportação e retenção larval, o que denota grande plasticidade de mecanismos de adaptação frente a um ambiente tão inconstante.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à tripulação que participou nas coletas, ao Prof. Dr. Fernando Abrunhosa e Tayse Nascimento, da Universidade Federal do Pará, pela grande ajuda na identificação de amostras.

FINANCIAMENTO

Financiamento do projeto Biodeca (CT-Amazônia) e concessão de bolsa de Mestrado de F. A. Lima pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- Anger K, Charmantier G. (2000) Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in a mangrove crab, *Sesarma curacaoense* (Decapods: Grapsidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **251**, 265–274.
- Anger, K. (2001) The biology of decapod crustacean larvae. *Crustacean Issues*, **14**. A. A. Balkema, Lisse, The Netherlands.
- Anger, K. Effects of temperature and salinity on the larval development of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (Decapoda: Grapsidae). (1991) *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **72**, 103–110.

- Anger, K. (2003) Salinity as a key parameter in the larval biology of decapod crustaceans. *Invertebr. Reprod. Dev.*, **43** (1), 29–45.
- Anger, K., Schreiber, D., Montú, M. (1995) Abbreviated larval development of *Sesarma curacaoense* (Rathbun, 1897) (Decapoda: Grapsidae) reared in the laboratory. *Nauplius*, **3**, 127–154.
- Anger, K., Spivak, E., Luppi, T. (1998) Effects of reduced salinities on development and bioenergetics early larval shore crabs, *Carcinus maenas*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **220**, 287–304.
- Anger, K., Spivak, E., Luppi, T., Bas, C., Ismael, D. (2008) Larval salinity tolerance of the South American salt-marsh crab, *Neohelice (Chasmagnathus) granulata*: physiological constraints to estuarine retention, export and reimmigration. *Helgol. Mar. Res.*, **62**, 93–102.
- Berrêdo, J. F., Costa, M. L., Progene, M. P. S. (2008) 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 Amaz.*, **38** (3), 473–482.
- Brandão, M. C., Stumpf, L., Macedo-Soares, L. C. P., Freire, A. S. (2011) Spatial and temporal distribution of brachyuran crab larvae in Ibraquera Lagoon, southern Brazil. *Panamjas*, **6** (1), 16–27.
- Bryars, S. R., Havenhand, J. N. (2006) Effects of constant and varying temperatures on the development of blue swimmer crab (*Portunus pelagicus*) larvae: Laboratory observations and field predictions for temperate coastal waters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **329**, 218–229.
- Carr, S. D., Hench, J. L., Luettich, R. A., Forward, Jr., R. B., Tankersley, R. A. (2005) Spatial patterns in the ovigerous *Callinectes sapidus* spawning migration: Results from a coupled behavioral-physical model. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **294**, 213–226.
- Carvalho, F. L., Couto, E. C. G. (2011) Environmental variables influencing the *Callinectes* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) species distribution in a tropical estuary-Cachoeira River (Bahia, Brazil). *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, **91**, 793–800.
- Cavalcanti, E. A. H., Larrazábal, M. E. L. (2004) Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (Segunda Expedição Oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Rev. Bras. Zool.*, **21** (3), 467–475.
- Charmantier, G., Charmantier-Daures, M., Anger, K. (1998) Ontogeny of osmoregulation in the grapsid crab *Armases miersii* (Crustacea, Decapoda). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **164**, 285–292.
- Charmantier, G., Giménez, M., Charmantier-Daures, M., Anger, K. (2002) Ontogeny of osmoregulation, physiological plasticity and larval export strategy in the grapsid crab *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **229**, 185–194.
- Christy, J., Tankerley, R. A. (2011) A behavioral mechanism for dispersal in fiddler crab larvae (genus *Uca*) varies with adult habitat, not phylogeny. *Limnol. Oceanogr.*, **56** (5), 1879–1892.

- Cieluch, U., Anger, K., Aujoulat, F., Buchholz, F., Charmantier-Daures, M., Charmantier, G. (2004) Ontogeny of osmoregulatory structures and functions in the green crab *Carcinus maenas* (Crustacea, Decapoda). *J. Exp Biol.*, **207**, 325–36.
- Costa, T., Soares-Gomes, A. (2009) Population structure and reproductive biology of *Uca rapax* (Decapoda: Ocypodidae) in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil. *Zoologia*, **26** (4), 647–657.
- Costlow, J. D., Bookhout, C. G. (1966) Larval development of the crab, *Hexapanopeus angustifrons*. *Chesapeake Sci.*, **7**, 148–156.
- Cronin, T. W., Forward, R. B. Jr (1983) Vertical migration rhythms of newly hatched larvae of the estuarine crab, *Rhithropanopeus harrisii*. *Biol Bull.*, **165**, 139–153.
- Diaz, H., Bevilacqua, M. (1986) Larval Development of *Aratus pisonii* (Milne Edwards) (Brachyura, Grapsidae) from Marine and Estuarine Environments Reared under Different Salinity Conditions. *J. Coastal Res.*, **2** (1), 43–49.
- DiBacco, C., Sutton, D., McConnico, L. (2001) Vertical migration behavior and horizontal distribution of brachyuran larvae in a low-inflow estuary: implications for bay-ocean exchange. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **217**, 191–206.
- Diele, K., Koch, V., Abrunhosa, F. A., Lima, J. F., Simith, D. J. B. (2010) The Brachyuran Crab Community of the Caeté Estuary, North Brazil: species richness, zonation and abundance. In: Saint-Paul, U., Schneider, H. (Eds.), *Mangrove Dynamics and Management in North Brazil*. Ecological Studies, vol. 211. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 251–263.
- Diele, K.; Koch, V.; Saint-Paul, U. (2005) Population structure, catch composition and CPUE of the artisanally harvested mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae) in the Caeté Estuary, North Brazil: Indications for over fishing? *Aquat. Living Resour.*, **18**, 169–178.
- Diele, K., Simith, D. J. B. (2006) Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? *Estuar. Coast. Shelf S.*, **68**, 600–608.
- Dittel, A. I., Epifanio, C. E. (1990) Seasonal and tidal abundance of crab larvae in a tropical mangrove system, Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **65**, 25–34.
- Ehlinger, G. S., Tankersley, R. A. (2004) Survival and development of horseshoe crab (*Limulus polyphemus*) embryos and larvae in hypersaline conditions. *Biol. Bull.*, **206**, 87–94.
- Faleiro, F., Paula, J., Narciso, L. (2012) Hot and salty: the temperature and salinity preferences of a temperate estuarine shrimp larva, *Upogebia pusilla* (Decapoda: Thalassinidea). *Hydrobiologia*, **69** (1), 89–95.
- Fransozo, A., Cuesta, J. A., Negreiros-Fransozo, M. L. (1998) The first zoeal stage of two species of Grapsidae (Decapoda Brachyura) and a key to such larvae from the Brazilian coast. *Crustaceana*, **71**, 331–343.

- Franzinelli, E. (1992) Evolution of the geomorphology of the coast of the state of Para, Brazil. In: M. T. PROST (Org). *Évolution des Littoraux de Guyane et de la Zone Caraïbe Méridionale Pendant le Quaternaire*. Paris, pp. 203–217.
- Garrison, L. P. (1999) Vertical migration behavior and larval transport in brachyuran crabs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **176**, 103–113.
- Geyer, W. R., Beardsley, R. C., Lentz, S. J., Candela, J., Limeburner, R., Johns, W. E., Castro, B. M., Soares, I. D. (1996) Physical oceanography of the Amazon shelf. *Cont. Shelf Res.*, **16**, 575–616.
- Goy, J. W., Morgan, S. G., Costlow, J. D. (1985) Studies on the reproductive biology of the mud crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould): induction of spawning during the non-breeding season (decapoda, brachyura). *Crustaceana*, **49** (1), 83–87.
- Hernández, J. E., Palazón-fernández, J. L., Hernández, G., Bolños, J. (2010) The effect of temperature and salinity on the larval development of *Stenorhynchus seticornis* (Brachyura: Inachidae) reared in laboratory. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, **92** (3), 505–513.
- Hsueh, P. W. (1991) Seasonal occurrence and abundance of brachyuran larvae in a coastal embayment of Central California. *J. Crust. Biol.*, **11** (4), 546–552.
- Johnson, D. F. (1985) The distribution of Brachyuran crustacean megalopae in the waters of the York River, lower Chesapeake Bay and adjacent shelf: implications for recruitment. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **20**, 693–705.
- Koch, V., Wolff, M., Diele, K. (2005) Comparative population dynamics of four fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*) from a North Brazilian mangrove ecosystem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **291**, 177–188.
- Koettker, A. G., Freire, A. S. (2006) Spatial and temporal distribution of decapod larvae in the subtropical waters of the Arvoredo archipelago, SC, Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.*, **96** (1), 31–39.
- Lárez, M. B.; Palazón-Fernández, J. L.; Bolaños, C. J. (2000) The effect of salinity and temperature on the larval development of *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Brachyura, Majidae) reared in the laboratory. *J. Plankton Res.*, **22** (10), 1855–1869.
- Lima, J. F., Abrunhosa, F. (2006) The complete larval development of *Armases benedict* (Rathbun) (Decapoda, Sesarmidae), from the Amazon region, reared in the laboratory. *Rev. Bras. Zool.*, **23**, 460–470.
- Luppi, T. A., Spivak, E. D., Bas, C. C. (2003) The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* Rathbun, 1897 (Brachyura, Grapsoidea, Sesarmidae), and the southern limit of its geographical distribution. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **58** (3), 575–585.
- Martin, J. W., Truesdale, F. M., Felder, D. L. (1985) Larval development of *Panopeus bermudensis* Benedict and Rathbun, 1891 (Brachyura, Xanthidae) with notes on zoeal characters in xanthid crabs. *J. Crust. Biol.*, **5**, 84–105.

- Martorano, L. G., Pereira, L. C., Cezar, E. G. M., Pereira, I. C. B. (1993) Estudos climatológicos do Estado do Pará, classificação climática (Koppen) e deficiência hídrica (Thorntwhite, Mather). *SUDAM/EMBRAPA, SNLCS*, 261–264.
- Melo, G. A. S. *Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro*. Plêiade, São Paulo, 1996.
- Mohktari, M., Savari, A., Rezai, H., Kochanian, P., Bitaab, A. (2008) Population ecology of fiddler crab, *Uca lactea annulipes* (Decapoda, Ocypodidae) in sirik mangrove estuary, Iran. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, **76**, 273–281.
- Molinet, C., Niklitschek, E., Moreno, C. A., Arévalo, A. (2008) Vertical distribution of early and competent larvae of *Concholepas concholepas* in two systems of Chilean inland seas. *Mar. Biol.*, **153**, 779–787.
- Montú, M., Anger, K., Bakker, C. (1990) Variability in the larval development of *Metasesarma rubripes* (Decapoda, Grapsidae) reared in laboratory. *Nerítica*, **1**, 113–128.
- Moraes, B. C., Costa, J. M. N., Costa, A. C. L., Costa, M. H. (2005) Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amaz.*, **35** (2), 207-214.
- Morgan, S.G., Christy, J. H., (1997) Planktivorous fishes as selective agents for reproductive synchrony. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **209**, 89–101.
- Morgan, S.G., Christy, J. H., (1995) Adaptive significance of the timing of larval release by crabs. *Am. Nat.*, **145**, 457–479.
- Ng, P. K. L., Guinot, D., Davie, P. J. F. (2008) Systema brachyurorum. Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bull. Zool.*, **17**, 1–286.
- Nittrouer, C. A., Demaster, D. J. (1996) The Amazon shelf setting tropical, energetic, and influenced by a large river. *Cont. Shelf Res.*, **16**, 553–574.
- Nóbrega, P. S. V., Martinelli-Lemos, J. M. (2016) Composition and spatio-temporal variation in the density of the brachyura (Decapoda, Pleocyemata) in the rocky substrates of an amazonian estuary. *Crustaceana*, **89** (13), 1447–1466.
- Oliveira, D. B., Silva, D. C., Martinelli-Lemos, J. M. (2012) Density of larval and adults forms of the burrowing crustaceans *Lepidophtalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezii* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, **92** (2), 295–303.
- Oliveira, D. B., Silva, D. C., Martinelli-Lemos, J. M. (2013) Larval and adult density of the porcellanid crab *Petrolisthes armatus* (Anomura: Porcellanidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. *Zoologia*, **30** (6), 592–600.
- Oltman, R. E. (1968) Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon River. U.S. *Geological Survey*, **552**, 16 p.

- Peer, N., Miranda, N. A. F., Perissinotto, R. (2015) Suspended silt and salinity tolerances of the first zoeal stage of the fiddler crab *Uca annulipes* (Decapoda: Brachyura) and why marine connectivity is essential to the survival of the species. *Afr. J. Marine Sci.*, **38** (2), 161–169.
- Pereira, L. C. C., Silva, N. I. S., Costa, R. M., Asp, N. E., Costa, K. G., Vila-Concejo, A. (2012) Seasonal changes in oceanographic processes at an equatorial macrotidal beach in northern Brazil. *Cont. Shelf Res.*, **43**, 95–106.
- Queiroga, H., Costlow, J. D., Moreira, M. H. (1997) Vertical migration of the crab *Carcinus maenas* first zoeae in an estuary: implications for tidal stream transport. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **149**, 121–132.
- Rodrigues, M. D., Hebling, N. J. (1989) *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. *Rev. Bras. Zool.*, **6**, 147–166.
- Sandifer, P. (1975) The role of pelagic larvae in recruitment to populations of adult decapod crustaceans in the York River Estuary and adjacent lower Chesapeake Bay, Virginia. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, **3**, 269–279.
- Sastry, A. N. (1983) Ecological aspects of reproduction. In: The Biology of Crustacea. Environmental Adaptations, Vol. 8, T.H. Waterman (ed.), Academic Press, New York, 1983, pp. 179–270.
- Spivak, E. D., GAVIO, M. A., NAVARRO, C. E. (1991) Life history and structure of the world's southernmost *Uca* population: *Uca uruguayensis* (Crustacea, Brachyura) in Mar Chiquita Lagoon (Argentina). *Bull. Mar. Sci.*, **48** (3), 679–688.
- Silva-Falcão, E. C., Severi, W., Rocha, A. A. F. (2007) Dinâmica espacial e temporal de zoeas de Brachyura (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, **97** (4), 434–440.
- Simith, D. J. B., Diele, K. (2008) O efeito da salinidade no desenvolvimento larval do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Ocypodidae) no Norte do Brasil. *Acta Amazon.*, **38** (2), 345–350.
- Simith, D. J. B., Pires, M. A. B., Abrunhosa, F. A., Maciel, C. R., Diele, K. (2014) Is larval dispersal a necessity for decapod crabs from the Amazon mangroves? Response of *Uca rapax* zoeae to different salinities and comparison with sympatric species. *Journ. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **457**, 22–30.
- Simith, D. J. B., Souza, A. S., Maciel, C. R., Abrunhosa, F. A., Diele, K. (2012) Influence of salinity on the larval development of the fiddler crab *Uca vocator* (Ocypodidae) as an indicator of ontogenetic migration towards offshore waters. *Helgol. Mar. Res.*, **66** (1), 77–85.
- Souza, A. S., Costa, R. M., Abrunhosa, F. A. (2012) The complete development of *Panopeus lacustris* Desbonne, 1867 (Brachyura: Panopeidae), from the Amazon region, reared in laboratory. *Acta Zool.*, (Stockholm) **xx**, 1–16.

Souza, A. S., Costa, R. M., Abrunhosa, F. A. (2013) Comparative morphology of the first zoea of twelve brachyuran species (Crustacea: Decapoda) from the Amazon region. *Zoologia*, **30** (3), 273–290.

Spivak, E. D., Cuesta, J. A. (2009) The effect of salinity on larval development of *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) (Brachyura: Ocypodidae) and new findings of the zoeal morphology. *Scientia Marina*, **73** (2), 297–305.

Thurman, C. L. (2002) Osmoregulation by six species of fiddler crabs from the northwestern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol.*, **23**, 269–284.

Thurman, C. L. (2003) Osmoregulation in fiddler crabs (*Uca*) from temperate Atlantic and Gulf of Mexico coasts of North America. *Mar. Biol.*, **142**, 77–92.

Vergamini, F. G., Mantelatto, F. L. (2008) Continuous reproduction and recruitment in the narrowback mud crab *Panopeus americanus* (Brachyura, Panopeidae) in a remnant human-impacted mangrove area. *Invertebr. Reprod. Dev.*, **51** (1), 1–10.

Vilhena, M. P. S. P., Marcondes, L. C., Berrêdo, J. F. (2010) Continental and marine contributions to formation of mangrove sediments in an Eastern Amazonian mudplain: The case of the Marapanim Estuary. *J. South Amer. Earth Sci.*, **29**, 427–438.