



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

***Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões  
(Decapoda) no estuário do Rio Marapanim, Pará,  
litoral norte do Brasil***

ADRIANA DA SILVA PINTO MARQUES

Orientadora: Profa. Dra.  
Jussara Moretto Martinelli –  
Instituto de Ciências  
Biológicas (ICB/UFPA)

BELÉM-PA  
2009



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

***Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões  
(Decapoda) no estuário do Rio Marapanim, Pará,  
litoral norte do Brasil***

ADRIANA DA SILVA PINTO MARQUES

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli – Instituto de Ciências Biológicas (ICB/UFPA)

BELÉM-PA  
2009

ADRIANA DA SILVA PINTO MARQUES

***Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões  
(Decapoda) no estuário do Rio Marapanim, Pará,  
litoral norte do Brasil***

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli - Instituto de Ciências Biológicas (ICB-UFPA)

Avaliadora: Profa. Dra. Victoria J. Isaac Nahum - Instituto de Ciências Biológicas (ICB-UFPA)

Avaliador: Prof. Dr. Ralf Schwamborn - Centro de Ciências Biológicas (UFPE)

Avaliador: Prof. Dr. Rauquirio André Marinho da Costa - Instituto de Estudos Costeiros (UFPA/Bragança)

Suplente: Prof. Dr. James Tony Lee - Instituto de Ciências Biológicas (ICB-UFPA)

BELÉM-PA  
2009

## APOIO FINANCEIRO



**Timoneiro**  
**Paulinho da Viola**

*Composição: Paulinho da Viola e Hermínio Bello de Carvalho*

Não sou eu quem me navega  
Quem me navega é o mar  
Não sou eu quem me navega  
Quem me navega é o mar  
É ele quem me carrega  
Como nem fosse levar  
É ele quem me carrega  
Como nem fosse levar

E quanto mais remo mais rezo  
Pra nunca mais se acabar  
Essa viagem que faz  
O mar em torno do mar  
Meu velho um dia falou  
Com seu jeito de avisar:  
- Olha, o mar não tem cabelos  
Que a gente possa agarrar

Não sou eu quem me navega  
Quem me navega é o mar  
Não sou eu quem me navega  
Quem me navega é o mar  
É ele quem me carrega  
Como nem fosse levar  
É ele quem me carrega  
Como nem fosse levar

Timoneiro nunca fui  
Que eu não sou de velejar  
O leme da minha vida  
Deus é quem faz governar  
E quando alguém me pergunta  
Como se faz pra nadar  
Explico que eu não navego  
Quem me navega é o mar

Não sou eu quem me navega  
Quem me navega é o mar  
Não sou eu quem me navega  
Quem me navega é o mar  
É ele quem me carrega  
Como nem fosse levar  
É ele quem me carrega  
Como nem fosse levar

A rede do meu destino  
Parece a de um pescador  
Quando retorna vazia  
Vem carregada de dor  
Vivo num redemoinho  
Deus bem sabe o que ele faz  
A onda que me carrega  
Ela mesma é quem me traz

Dedico este trabalho a minha família, pelo amor, carinho, apoio e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Pará (UFPA), junto ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP), pela oportunidade de ingressar no Mestrado.

Ao Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos pelo espaço físico e instrumentos de pesquisa disponibilizados.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo auxílio financeiro, através do Programa Especial CT-Amazônia (Edital n. 32/2005, Processo n.: 553106/2005-8), para a realização das coletas de campo, bem como, pela bolsa de Mestrado concedida.

Ao Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB), Programa BECA, pelo auxílio financeiro para a realização de uma viagem a São Paulo (SP) e para a aquisição de alguns livros acadêmicos.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), especialmente ao Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC), por ter possibilitado um outro olhar sobre o objeto de pesquisa, o que certamente contribuiu para a ampliação do conhecimento.

À Profa. Dra. Victoria J. Isaac pelo permanente incentivo à continuidade dos estudos, bem como pela amizade construída desde o período de graduação.

À Profa. Dra. Jussara M. Martinelli pela confiança estabelecida no processo de desenvolvimento da pesquisa, além da amizade que permeou toda a orientação acadêmica.

À Profa. Dra. Lúcia Negreiros-Fransozo e família pela maravilhosa recepção, bem como, pelo empenho, dedicação e

disponibilidade de recursos acadêmicos que contribuíram para a efetivação desse trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo dos Recursos Aquáticos pela amizade e companheirismo, especialmente ao grupo GPECA (Grupo de Pesquisa e Estudos de Crustáceos da Amazônia), pelo trabalho de equipe realizado nas coletas de campo e laboratório.

Aos pescadores do Município de Marapanim-PA pela receptividade e, principalmente, pela participação nas coletas de campo considerada essencial neste processo da pesquisa.

Aos professores Dra. Victoria J. Isaac Nahum, Dr. Ralf Schwamborn e Dr. Rauquirio André Marinho da Costa pela valiosa contribuição na análise e sugestões de melhoria deste trabalho.

Enfim, a todos que colaboraram para a efetivação deste trabalho.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>OBJETIVOS</b> .....	17
Objetivo Geral.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Hipóteses.....	18
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
Área de Estudo.....	18
Coleta de Dados.....	20
Processamento do Material.....	21
Análise dos Dados.....	22
<b>RESULTADOS</b> .....	25
Variáveis Ambientais.....	27
Pluviosidade da região de Marapanim-PA.....	27
Variação dos fatores abióticos em relação aos períodos do ano, locais de coleta, perfil e zonas do estuário.....	29
Salinidade.....	29
Temperatura.....	30
Potencial Hidrogeniônico (pH).....	32
Larvas de Camarão.....	33
Comparação entre densidade das larvas e os períodos do ano, locais de coleta, perfis e zonas do estuário.....	35
Índices de riqueza de Margalef (D), diversidade de Shannon-Weaner (H') e equitabilidade de Pielou (J').....	38
Análise de Agrupamento.....	40
Correlação de Spearman (R).....	42
<b>DISCUSSÃO</b> .....	43
<b>CONCLUSÕES</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	56

## RESUMO

No estuário de Marapanim-PA, pouco conhecimento existe sobre larvas de camarão, organismos de elevada importância ecológica e alguns de grande valor econômico. Com o objetivo de estudar a composição específica, a densidade e a distribuição espaço-temporal destas larvas no estuário em relação aos períodos do ano (seco, transição e chuvoso), zonas do estuário (1, 2 e 3), locais de coleta (A1, A2, A3, B1, B2 e B3) e perfis (A e B), foram realizadas coletas mensais de agosto/06 a julho/07. As amostras biológicas foram obtidas através de arrastos horizontais em cada local de coleta à aproximadamente 0,5 m da superfície da coluna d'água, com auxílio de uma rede de plâncton cônica (abertura de 0,5 m e malha de 200  $\mu\text{m}$ ). Também foram colhidos dados abióticos como, temperatura, salinidade e pH da água. No estuário de Marapanim-PA foram encontradas 4.644 larvas de camarão, compreendendo as infra-ordens Penaeidea e Caridea. Dentre as espécies e/ou famílias encontradas, as mais abundantes foram *Alpheus estuariensis* (302,59 larvas/m<sup>3</sup>), Palaemonidae (97,05 larvas/m<sup>3</sup>) e Sergestidae no estágio de *elaphocaris* (90,47 larvas/m<sup>3</sup>), sendo *A. estuariensis* a mais freqüente (76,39%). O período seco apresentou maior densidade, diversidade e riqueza de larvas de camarão. Na análise de agrupamento da densidade mensal das larvas houve a formação de três grupos, ao nível de similaridade de 65%, nos quais *A. estuariensis* foi dominante, além de ser a espécie que mais contribuiu para a similaridade dentro destes. A diferença entre agrupamentos se deu principalmente devido à densidade das larvas de Sergestidae, Palaemonidae e *Xiphopenaeus kroyeri*. Entre os fatores abióticos estudados, a salinidade foi o fator que mais influenciou a distribuição espaço-temporal das larvas de camarão no estuário de Marapanim-PA, região importante para o recrutamento dos estádios iniciais do ciclo de vida de algumas espécies.

## ABSTRACT

Despite the ecological and economic importance larvae of shrimp, there is no knowledge on shrimp larvae in the Marapanim estuary (Pará, Brazil). With the aim of studying the species composition, abundance and spatial-temporal distribution of these larvae in the estuary in relation to season (dry, transition and rainy), estuary zone (1, 2 and 3), sampling site (A1, A2, A3, B1, B2 and B3) and profile (A and B), monthly collections were carried out between August 2006 and July 2007. Biological samples were obtained from two horizontal drags at each sampling site at 0.5 m from the surface of the water column with the aid of a conical plankton net (aperture = 0.5 m and mesh = 200  $\mu\text{m}$ ). Abiotic data were also gathered, such as temperature, salinity and pH of the water. A total of 4644 shrimp larvae from the infra-orders Penaeidea and Caridea were collected. Among the species and/or families encountered, the most abundant were *Alpheus estuariensis* (302.59 larvae/ $\text{m}^3$ ), Palaemonidae (97.05 larvae/ $\text{m}^3$ ) and *elaphocaris* stage of Sergestidae (90.47 larvae/ $\text{m}^3$ ), with *A. estuariensis* the most frequent (76.39%). Greater abundance, diversity and richness of the shrimp larvae occurred in the dry season. Cluster analysis of the monthly abundance of larvae led to the formation of three groups with 65% similarity, in which *A. estuariensis* was dominant and was the species that most contributed to the similarity in the groups. The main difference among groups was due to Sergestidae, Palaemonidae and *Xiphopenaeus kroyeri* larvae densities. Among the abiotic factors studied, the salinity was the factor that most influenced the spatial-temporal distribution of the shrimp larvae in the Marapanim estuary, important region for larval recruitment of shrimp species.

## INTRODUÇÃO

A palavra plâncton é originária do grego (*planktos*), significando errante, que deriva (Boltovskoy, 1981). O plâncton é constituído por uma comunidade de organismos com poder limitado de locomoção, sendo transportado passivamente pelas correntes ou movimentos d'água, o que proporciona a conquista de novos habitats.

Os organismos planctônicos podem ser classificados, por exemplo, de acordo com a forma de obtenção da matéria orgânica (nutrição): fitoplâncton, constituído por organismos unicelulares ou organizados em colônia, como algas microscópicas e protistas fotossintetizantes; zooplâncton, formado por animais pluricelulares e protistas não fotossintetizantes e, o mixoplâncton, composto por protistas que podem ser fotossintetizantes, mas também podem ser consumidores. Em relação ao habitat, podem ser: marinhos (haliplâncton nerítico ou oceânico), estuarinos ou dulcícolas. Quanto à residência na vida pelágica, os organismos planctônicos podem ser: holoplanctônicos (passam todo seu ciclo de vida no plâncton) e meroplanctônicos (passam parte da vida no plâncton) (Pereira & Soares-Gomes, 2002).

Dentre os organismos que compõem o zooplâncton, estão as larvas de camarões pertencentes à Ordem Decapoda, assim como as lagostas, os caranguejos e outros crustáceos menos conhecidos popularmente. Esta Ordem compreende as sub-ordens Dendrobranchiata e Pleocyemata.

A Sub-Ordem Dendrobranchiata é formada pela Infra-Ordem Penaeidea da qual fazem parte as super-famílias Penaeoidea, compreendendo as famílias Aristeidae; Tescymidae; Penaeidae; Sicyoniidae e Solenoceridae; e, Sergestoidea composta pelas famílias Luciferidae e Sergestidae. A Sub-Ordem Pleocyemata apresenta a Caridea como uma das suas infra-ordens, a qual

abrange várias super-famílias como Procaridoidea; Galatheacaridoidea; Pasiphaeoidea; Oplophoroidea; Palaemonoidea; Alpheoidea; dentre outras (Martin & Davis, 2001).

As principais diferenças entre os crustáceos agrupados nestas sub-ordens são observadas nas estruturas das brânquias e no comportamento reprodutivo. Organismos que compõem a Sub-Ordem Dendrobranchiata apresentam brânquias do tipo dendrobranquiadas, cujo eixo central possui ramos principais dispostos em duas séries que, por sua vez ramificam-se novamente, bem como, apresentam ovos planctônicos (não carregados pela fêmea nos pleópodos) e o náuplio é o primeiro estágio larval. Os crustáceos agrupados na Sub-Ordem Pleocyemata apresentam brânquias filobranquiadas (lamelares), cujo eixo principal é portador de ramos achatados, que geralmente estão dispostos em duas séries ao longo do eixo e tricobranquiadas (filamentosas), cujos ramos são filamentosos, mas, não sub-ramificados, e há várias séries ao longo do eixo. Além disso, neste grupo os ovos são transportados pela fêmea nos pleópodos e eclodem como zoé (Ruppert & Barnes, 1996). Durante o desenvolvimento larval, os camarões sergestídeos diferentemente dos demais grupos podem ser divididos em três estádios: *elaphocaris*, *acanthosoma* e *mastigopus*. O estágio de *elaphocaris* equivale à protozoé nos penaeídeos, enquanto, o de zoé se designa como *acanthosoma* (intermediário) e por fim, o estágio de *mastigopus* corresponde à pós-larva (Boschi, 1981).

Os camarões Dendrobranchiata e os Pleocyemata estão presentes no ambiente marinho, estuarino e dulcícola. Entretanto, os ecossistemas estuarinos apresentam singular importância, pois funcionam como berçários naturais para muitas espécies (Fried *et al.*, 1996; Azeiteiro & Marques, 1999; Tuncok & Mays, 1999; Laegdsgaard & Johnson, 2001; Martinelli, 2005). As larvas e juvenis de camarões marinhos, estuarinos e de água-doce podem passar toda a vida no estuário (espécies estuarinas) ou parte dela (espécies

cujos adultos vivem em mar aberto ou água doce), consumindo a riqueza de alimento que é proporcionada principalmente pela matéria orgânica proveniente dos manguezais, bem como, se refugiando de predadores (Martinelli, 2005).

O ambiente estuarino é caracterizado por ter uma mistura constantemente variável de salinidade na água, e por ser dominado por sedimento fino originário do mar e dos rios (Mucha & Costa, 1999; McLusky & Elliott, 2004). Com isso, o plâncton estuarino precisa ser capaz de responder às grandes mudanças físico-químicas do ambiente, o que impõe padrões diários e sazonais de distribuição, influenciando a dinâmica das populações. Os fatores ambientais e biológicos restringem a variedade de espécies do zooplâncton quando comparado com áreas marinhas, mas os altos níveis de produção primária, em função das altas concentrações de nutrientes (Miranda *et al.*, 2002), fazem com que essas espécies sejam abundantes no zooplâncton (Sterza & Fernandes, 2006).

Os padrões de distribuição do zooplâncton têm, usualmente, uma relação com alguns parâmetros físico-químicos como salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido na água. Muitas vezes são estes fatores que influenciam a distribuição e a sobrevivência dos animais na natureza (Saint-Brisson, 1999). Além disso, na região norte do Brasil costuma-se observar uma sucessão sazonal de espécies planctônicas devido à influência do regime de marés, o qual é responsável pelo influxo de água marinha nos estuários locais, introduzindo espécies marinhas nestes sítios durante os períodos de maré enchente e exportando organismos estuarinos para os ambientes costeiros adjacentes durante os períodos de maré vazante (Costa, 2007).

Muitos estudos têm mostrado que a salinidade e a temperatura são os fatores mais frequentemente associados às flutuações na densidade e na composição específica do zooplâncton. Como exemplo, podem ser citados a variação encontrada no estuário

do Rio Caeté (Bragança-PA) em que a salinidade foi determinante na ocorrência das larvas de *Xiphopenaeus kroyeri*, as quais só foram encontradas no referido estuário durante o período seco quando a salinidade foi mais alta (Pinto Marques, 2006), bem como, para *Macrobrachium amazonicum* que apresentou maior densidade em salinidade por volta de 2, considerando-se que valores mais altos desta variável são críticos para a espécie (Quadros *et al.*, 2002). No estuário da Baía de Vitória (Sudeste do Brasil) foi observado que os maiores valores de diversidade de espécies na comunidade zooplânctônica ocorrem em épocas com alta salinidade (Sterza & Fernandes, 2006); no estuário dos rios Piraquêaçú e Piraquê-Mirim (Aracruz-ES) a temperatura apresentou correlação positiva significativa com a densidade de larvas de Decapoda (Magris, 2005).

Apesar da importância que os estuários desempenham no desenvolvimento das espécies, raros são os trabalhos desenvolvidos neste ambiente na costa paraense. Além disso, muitas espécies de camarões que utilizam o estuário pelo menos em parte do seu ciclo de vida, têm alto valor comercial, tanto para exportação (camarões capturados pela frota industrial) quanto para o mercado regional paraense (que comercializa os juvenis capturados nos estuários da região pela pesca artesanal) e, no entanto, a falta de estudos sistematizados tanto em relação à composição, à densidade, o recrutamento e à biologia das larvas e juvenis, quanto em relação aos camarões adultos das diversas famílias habitantes deste local, são imprescindíveis para a elaboração de planos de manejo e conservação destas espécies (Martinelli, 2005). A carência de dados sobre a distribuição espaço-temporal das larvas de camarão na costa brasileira dificulta o acesso ao conhecimento sobre o ciclo de vida das espécies.

No Brasil, pode-se destacar alguns autores que desenvolveram trabalhos com larvas de crustáceos decápodes como aqueles que relataram quais larvas estão presentes no Atlântico Sul,

apresentando chaves taxonômicas e ampla revisão bibliográfica (Boschi, 1981; Pohle *et al.*, 1999), o que descreveu o desenvolvimento larval de palaemonídeos (Magalhães, 1985); que elaborou uma chave de identificação para gêneros de larvas e decapoditos da Infra-Ordem Penaeidea (Calazans, 1993); os que analisaram a diversidade e a densidade de larvas e pós-larvas de Penaeidae e Palaemonidae em lagoas costeiras ao norte do Rio de Janeiro (Albertoni *et al.*, 1999); o que abordou aspectos da biologia de peneídeos (Saint-Brisson, 1999); os que observaram variação sazonal na densidade de larvas de Decapoda, bem como as mudanças na densidade relatadas no período diurno e ciclos de maré na Baía da Guanabara, Rio de Janeiro (Fernandes *et al.*, 2002), e os que observaram o desenvolvimento larval completo de *Macrobrachium acanthurus* e ilustraram as principais características morfológicas de cada fase (Quadros *et al.*, 2004), para citar alguns deles.

Recentes estudos têm sido efetuados no estuário do Rio Caeté, litoral norte brasileiro, sobre a comunidade zooplanctônica (Espírito-Santo, 1999; Krumme & Liang, 2004; Pinheiro *et al.*, 2005; Martins *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2008), a biologia reprodutiva de *Macrobrachium acanthurus* (Quadros *et al.*, 2002), a densidade da família Porcellanidae (Carvalho, 2003) e de *Lucifer faxoni* (Nevis, 2003), a estrutura populacional e a variação espaço-temporal dos camarões Penaeidae (Martinelli, 2005), a biologia reprodutiva e o recrutamento dos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Xiphopenaeus kroyeri* (Martinelli & Isaac, 2005) e a composição e a densidade das larvas de camarão (Pinto Marques, 2006). No estuário do Rio Curuçá, litoral norte do Brasil, pode-se destacar os trabalhos referentes à composição de larvas de Decapoda (Oliveira & Martinelli, 2005) e à densidade das mesmas ao longo do ano (Estácio & Martinelli, 2005).

No estuário de Marapanim-PA, pouco conhecimento existe acerca da composição, densidade e/ou distribuição espaço-temporal



das larvas de camarão. Neste sentido, os resultados deste projeto além de inéditos, acrescentarão ao ínfimo conhecimento existente na região sobre larvas de camarões, organismos de elevada importância ecológica e econômica.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Estudar a distribuição espaço-temporal das larvas de camarão no estuário de Marapanim-PA.

### **Objetivos Específicos**

- I) Identificar quais famílias e/ou espécies de camarão que ocorrem no estuário de Marapanim-PA durante sua fase larval em relação aos períodos do ano em função de um gradiente de salinidade;
- II) Verificar se existe diferença na densidade e nos parâmetros de diversidade, riqueza e equitabilidade das larvas de camarão entre os períodos do ano, locais de coleta, perfis e zonas do estuário;
- III) Estudar a influência dos parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade e pH) sobre a comunidade de larvas de camarão no estuário.

### **Hipóteses:**

- I) O estuário de Marapanim-PA serve como habitat para diversos grupos de larvas de camarão;

- II) A densidade das famílias e/ou espécies varia ao longo dos períodos do ano como também em relação às diferentes regiões do estuário em relação a um gradiente de salinidade;
- III) Existe diferença nos parâmetros de diversidade, riqueza e equitabilidade das larvas nos períodos do ano e em relação aos diferentes locais do estuário;
- IV) As flutuações dos fatores ambientais nos períodos do ano e em relação aos diferentes locais de coleta influenciam na densidade e distribuição espaço-temporal das larvas de camarão no estuário.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

A zona costeira paraense é contornada por amplas faixas de manguezal. De acordo com Kjerfve & Lacerda (1993), a costa brasileira entre São Caetano de Odivelas (Pará) e a Baía de São Marcos (Maranhão) contém o maior sistema contínuo de manguezais do mundo (8.900 km<sup>2</sup>). Assim, esta é uma área propícia ao recrutamento das larvas no estuário, uma vez que é uma região rica em nutrientes.

A costa amazônica apresenta uma geomorfologia com planície costeira extremamente irregular e cortada por vários estuários que sofrem a influência da descarga de um elevado volume de água doce proveniente dos rios e da drenagem continental, e da ação do regime de macromarés, favorecendo a penetração de água marinha para o interior do sistema e contribuindo para uma elevada

variação de salinidade e para renovação das águas intersticiais (Costa, 2007).

O estuário do Rio Marapanim (Figura 1), está localizado na costa nordeste do Estado do Pará, entre as coordenadas: 00° 32' 30" S e 00° 52' 30" S; 47° 45' 00" W e 47° 32' 00" W. Esta região faz parte de uma costa de rias, com características flúvio-estuarinas, influenciada por macromarés semidiurnas (amplitude > 5m) (Berrêdo & Costa, 2004).

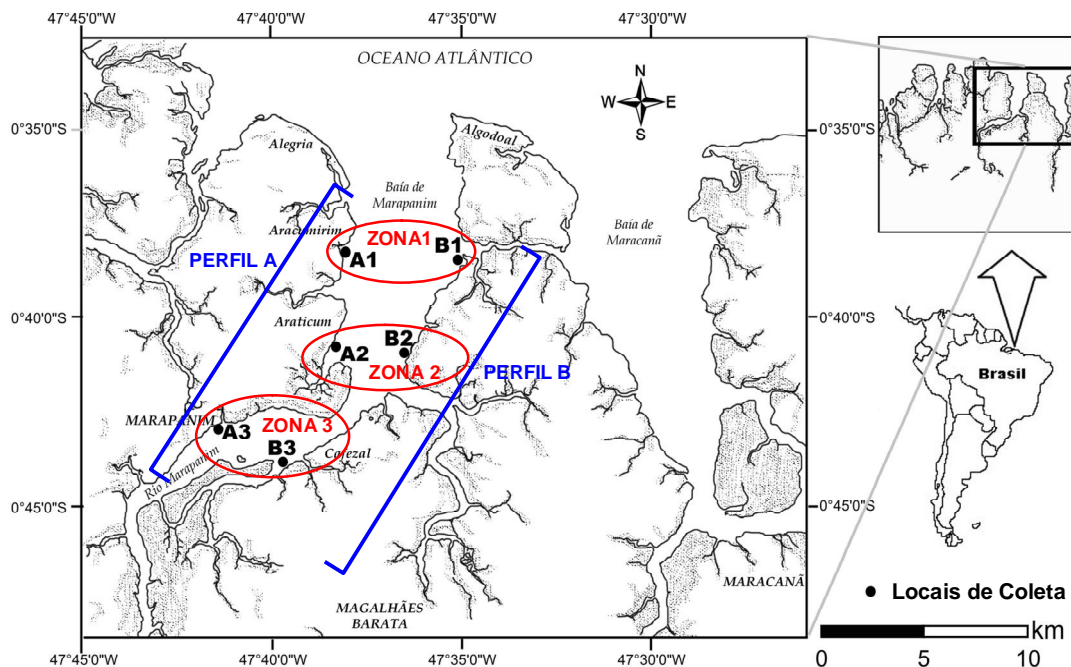


Figura 1 - Mapa com a localização dos locais de coleta (elaborado por Antonio Sérgio Silva de Carvalho).

### Coleta de Dados

Para a obtenção das larvas de camarão, foram demarcados seis locais de coleta (A1, A2, A3, B1, B2 e B3) ao longo do estuário de Marapanim-PA (Figura 1), sendo três em cada margem. Como locais de referência, o A3 fica próximo à sede do Município de Marapanim-PA, o A2 próximo à Vila de Pescadores do Araticum e o

A1 próximo à Vila de Araticumirim. Na margem oposta, os locais B1, B2 e B3 foram estabelecidos aproximadamente paralelos com a posição dos locais do perfil A, a fim de que ficassem aproximadamente na mesma direção. Além disso, a escolha dos referidos locais se deu em função do gradiente de salinidade ao longo do estuário que aumenta no sentido rio-mar, respeitando distâncias em que fosse possível realizar a coleta de dados nos três locais de cada margem durante a maré vazante de um mesmo dia. Os dados bióticos e abióticos obtidos nas amostragens foram agrupados de modo a formar as zonas 1 (A1 + B1), 2 (A2 + B2) e 3 (A3 + B3) a fim de verificar se existia diferença nestes distintos estratos.

Foram efetuadas mensalmente (agosto/2006 a julho/2007) as coletas das larvas de camarões no estuário de Marapanim-PA, durante o período diurno, maré vazante e lua nova.

Dois arrastos horizontais foram realizados em cada local de coleta à aproximadamente 0,5 m da superfície da coluna d'água, com auxílio de uma rede de plâncton cônica de 1 m de comprimento, 0,50 m de diâmetro da abertura da boca (onde era acoplado um fluxômetro *Hydrobios*) e malha de 200  $\mu\text{m}$ , Figura 2. Cada arrasto teve a duração de três minutos a uma velocidade máxima de 1,5 nós.

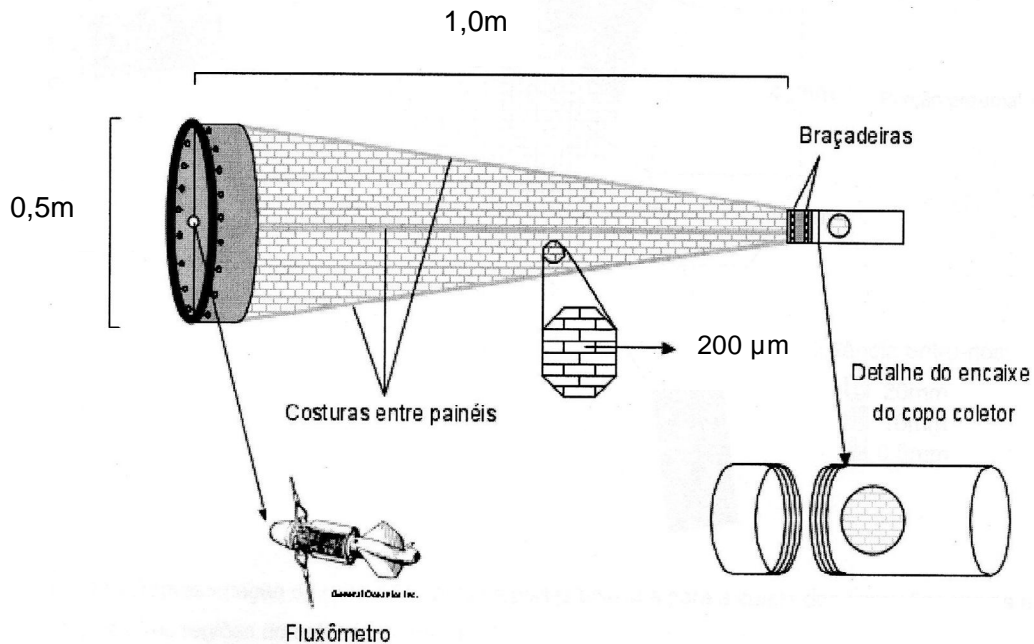


Figura 2 - Representação da rede de plâncton cônica utilizada para coleta das larvas de camarão (Adaptado de Martinelli, 2005).

Os dados abióticos foram obtidos em todos os locais de coleta (A1, A2, A3, B1, B2 e B3), durante os meses do ano, minutos antes da coleta das amostras biológicas, sendo a temperatura com auxílio de um termômetro de coluna de mercúrio e a salinidade e pH com auxílio de um analisador multiparâmetro. Os valores de pluviosidade foram disponibilizados por funcionários da Agência Nacional das Águas (ANA, 2007).

### Processamento do Material

No total, foram obtidas 144 amostras de zooplâncton (2 arrastos x 6 locais x 12 meses). O material coletado foi armazenado em frascos etiquetados e fixados em formaldeído a 4%, tamponado com tetraborato de sódio.

Após cada coleta, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos

da Universidade Federal do Pará, onde foram fracionadas, com auxílio de subamostrador do tipo Folsom, em volumes de 500; 250; 125; 62,5 e 31,25 mL. As amostras de 250 mL foram triadas, com auxílio de um estereomicroscópio óptico (Zeiss), bem como, os grupos identificados, quando possível, até o menor nível taxonômico, de acordo com Choudhury, 1970; Knowlton, 1973; Boltovskoy, 1981; Magalhães, 1985; Calazans, 1993; Martinez-Iglesias *et al.*, 1997; Albornoz & Wehrtmann, 1997; Báez, 1997; Lobão, 1997; Thatje & Bacardit, 2001; Gross & Knowlton, 2002; Yang & Kim, 2003 e Pires *et al.*, 2008.

Para a realização dos testes estatísticos, o número de indivíduos encontrados em cada subamostra foi multiplicado pelo fator quatro (4) que corresponde ao número de vezes em que as amostras foram subdivididas para se encontrar o volume triado (250 mL) a partir do volume da amostra total (1000 mL). Ao analisar os outros volumes fracionados da amostra total, verificou-se que o volume de 250 mL representava satisfatoriamente a composição dos organismos do zooplâncton presentes na amostra total. Portanto, optou-se em analisar as amostras de 250 mL para agilizar o processo de triagem e identificação das famílias e/ou espécies de larvas de camarão.

### **Análise dos Dados**

A abundância das larvas de camarão foi expressa em valores de densidade ( $n^{\circ}$  de indivíduos por  $m^3$ ), através da fórmula:

$D = n/v$ , onde:

D = densidade absoluta de cada espécie;

n= número total de indivíduos de uma espécie e

v= volume de água filtrada pela rede de plâncton.

Para se obter o volume de água filtrado nas amostragens, foi realizado o cálculo considerando-se o número de rotações do fluxômetro utilizado na abertura da boca da rede. Obteve-se este número a partir da diferença de dígitos apresentada entre o início e o final de cada arrasto. A fórmula utilizada no cálculo foi:

$V = A \times R \times C$ , onde:

A = área da boca da rede ( $A = \pi.r^2$ ), sendo 0,5 m o diâmetro da rede cônica utilizada;

R = nº de rotações do fluxômetro durante o arrasto ( $F_f - F_i$ ), onde  $F_f$  corresponde ao dígito final e  $F_i$  ao dígito inicial e;

C = Fator de aferição após calibração do aparelho (m/rotações) = 0,3.

Para estimar a riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies na comunidade de larvas de camarão foram utilizados os três índices a seguir:

O índice de riqueza de Margalef (D) que representa a abundância numérica de uma comunidade foi calculado de acordo com a fórmula:

$D = S - 1 / \log_2 N$ , onde:

D= riqueza

S = número de espécies amostradas

N= número total de indivíduos

O índice de diversidade de Shannon-Weaner ( $H'$ ), o qual representa a diversidade de espécies em uma comunidade foi calculado segundo a fórmula:

$H' = - \sum p_i \times \log_2 p_i$ , onde:

H' = diversidade

$p_i$  = proporção do número de indivíduos da espécie  $i$

A equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) que mostra a uniformidade em que os indivíduos estão distribuídos entre as espécies foi calculado da seguinte forma:

$J' = H' / \log_2 S$ , onde:

$J'$  = equitabilidade

H' = diversidade

S = número total de espécies da amostra

Para testar se a densidade das larvas foi influenciada pelos períodos do ano (seco, transição e chuvoso), locais de coleta (A1, A2, A3, B1, B2 e B3), perfil (A e B) e zonas (1, 2 e 3), foram realizadas análises com o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, visto que os dados não apresentaram distribuição normal e homocedasticidade das variâncias, mesmo após sofrer transformações. O nível de significância adotado foi de 5%.

A frequência de ocorrência (FO) das larvas foi calculada considerando-se o número de amostras onde cada espécie ocorreu em relação ao número total de amostras, através da fórmula:  $FO = (p \times 100)/P$ , sendo que, (p) é o número de amostras que continham a espécie e (P) é o número total de amostras coletadas. A distinção das categorias em função da FO foi realizada de acordo com Cavalcante & Larrazábal (2004): muito freqüente (> 70%), freqüente ( $\leq 70$  e  $\geq 30\%$ ), pouco freqüente (< 30 e  $\geq 10\%$ ) e esporádica (< 10%).

Além disso, as análises multivariadas de agrupamento (CLUSTER) e de escalonamento multidimensional não métrico (MDS) foram realizadas a fim de verificar possíveis agrupamentos entre as espécies. A matriz de similaridade entre as espécies foi gerada



utilizando-se a distância de Bray-Curtis. Foram consideradas, nesta análise todas as espécies, inclusive as com frequência esporádica e pouco frequentes, sendo os dados de densidade transformados utilizando raiz quarta.

A análise de similaridade das porcentagens (SIMPER) permitiu indicar quais espécies foram as principais responsáveis pelos agrupamentos (semelhança) definidos na análise de agrupamento.

Os fatores abióticos foram analisados através de estatística descritiva para caracterizar as condições durante a obtenção da amostra.

Uma análise de correlação Spearman (R) foi realizada para verificar a correlação da densidade das larvas de camarão com os fatores abióticos (temperatura, salinidade, pH), verificando quais os parâmetros foram mais importantes para a distribuição espaço-temporal das larvas no estuário.

Os índices de riqueza de espécies de Margalef (1958), diversidade de Shannon-Weaner (Shannon, 1948) e equitabilidade Pielou (1969) bem como as análises multivariadas (CLUSTER, MDS, e SIMPER) foram calculados através do programa estatístico PRIMER versão 5.0 (Clarke & Warwick, 1994). A estatística descritiva dos dados, além das análises de variância, testes de normalidade e correlação de Spearman (R) foram efetuadas com auxílio do programa STATISTICA<sup>®</sup> versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

## **RESULTADOS**

Ao longo do ano no estuário de Marapanim-PA observou-se alta correlação entre os valores de pluviosidade e salinidade ( $r = -0,8112$ ;  $p = 0,001$ ). Portanto, para a realização dos testes estatísticos, optou-se por retirar os valores de pluviosidade, haja vista, a correlação negativa desta com a salinidade (Figura 3). Além

disso, acredita-se que o fato da salinidade ter sido coletada minutos antes da amostragem dos dados biológicos, esta pode explicar melhor a distribuição das larvas de camarão no estuário do que a pluviosidade total obtida para cada mês de coleta, uma vez que é grande a variabilidade das larvas em um mesmo mês.

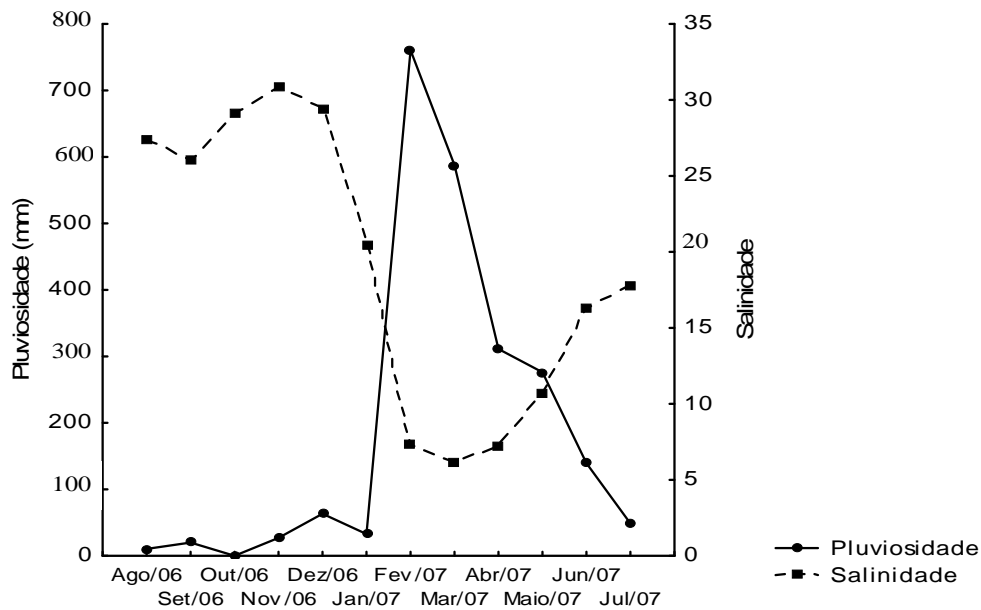


Figura 3 - Flutuação da pluviosidade total e da salinidade média no período de agosto/2006 a julho/2007 no estuário de Marapanim-PA.

Para determinar a existência de agrupamentos entre os meses foi gerada uma matriz de similaridade dos dados abióticos (salinidade, temperatura e pH), normalizados e sem transformação, usando distância euclidiana. As análises de agrupamento (Cluster) com diferentes tipos de ligação (simples, completa e média entre os grupos) foram realizadas a fim de verificar possíveis agrupamentos entre os meses do ano em função dos fatores abióticos citados.

Verificou-se os seguintes agrupamentos em relação aos meses: Seco (agosto a dezembro de 2006); Transição (janeiro, junho e julho de 2007) e Chuvoso (fevereiro a maio de 2007), Figura 4.

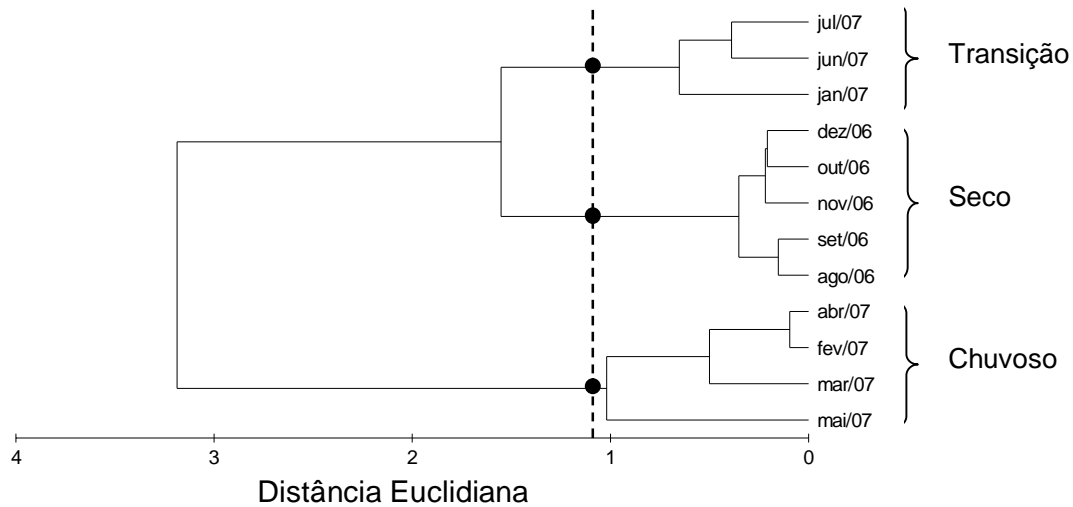


Figura 4 - Dendrograma da análise de agrupamento dos fatores abióticos (salinidade, temperatura e pH) obtidos no estuário de Marapanim-PA, no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

## Variáveis Ambientais

### Pluviosidade da região de Marapanim-PA

A pluviosidade total mensal da região de Marapanim-PA, de agosto de 2006 a julho de 2007 variou com máxima de 760,60 mm em fevereiro/07 e mínima de zero (0) em outubro/06, Figura 5A. Não houve diferença significativa na pluviosidade total em relação aos meses do ano ( $H= 11,00$  e  $p = 0,44$ ). Entretanto, quanto aos períodos (seco, transição e chuvoso), a pluviosidade foi significativamente maior no chuvoso ( $H= 8,63$  e  $p = 0,01$ ), Figura 5B.

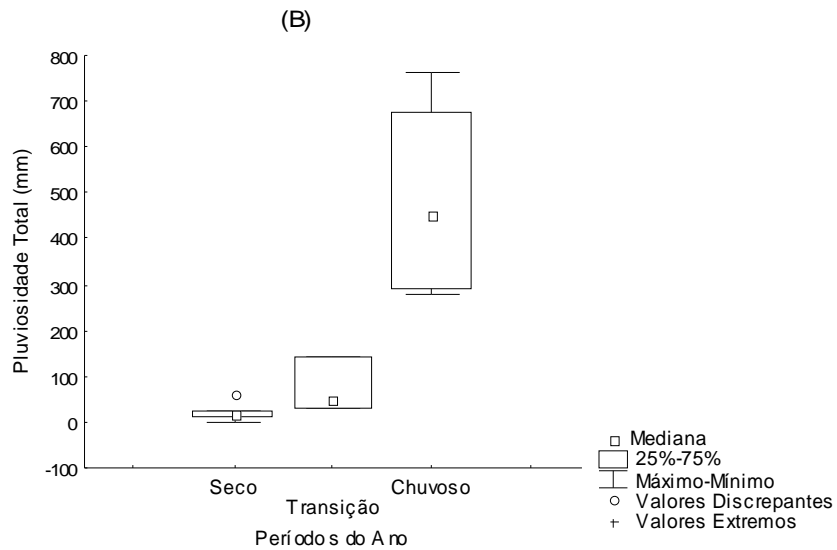
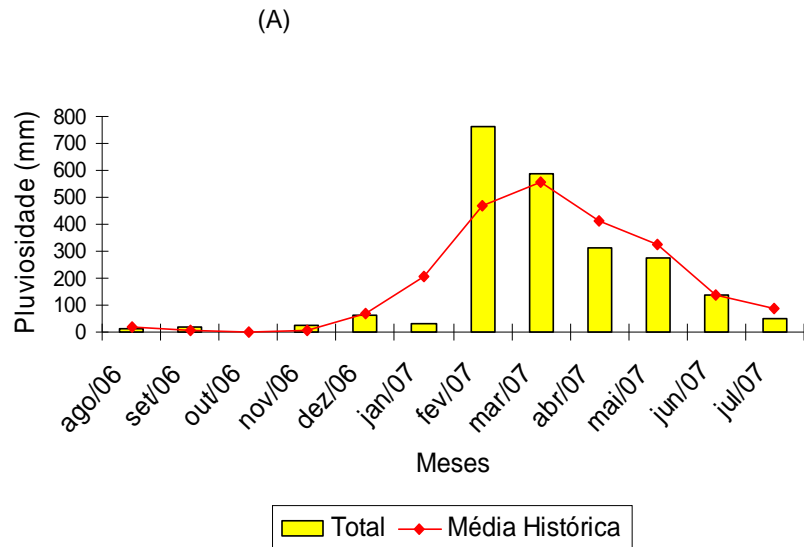


Figura 5 - Pluviosidade. A: Valores totais mensais no período de agosto de 2006 a julho de 2007 e média dos últimos cinco anos do estuário de Marapanim (Fonte: ANA, 2007); B: Mediana da pluviosidade nos períodos do ano.

## Varição dos fatores abióticos em relação aos períodos do ano, locais de coleta, perfil e zonas do estuário

### Salinidade

A mediana da salinidade foi de 20, com máxima de 34 (nov/06) e mínima de 3 (mar/07). Não houve diferença significativa entre os valores de salinidade em relação aos locais de coleta ou aos perfis ( $p > 0,05$ ). Porém, em relação aos períodos do ano e zonas houve diferença significativa ( $H = 58,37$  e  $p < 0,01$ ;  $H = 5,85$  e  $p = 0,04$ , respectivamente). A salinidade foi maior no período seco (Mediana = 30), seguido do período de transição (Mediana = 19) e do chuvoso (Mediana = 8), Figura 6A. Em relação às zonas, a salinidade foi maior na zona 1 (Mediana = 20,50) em relação à zona 3 (Mediana = 16,50), Figura 6B.

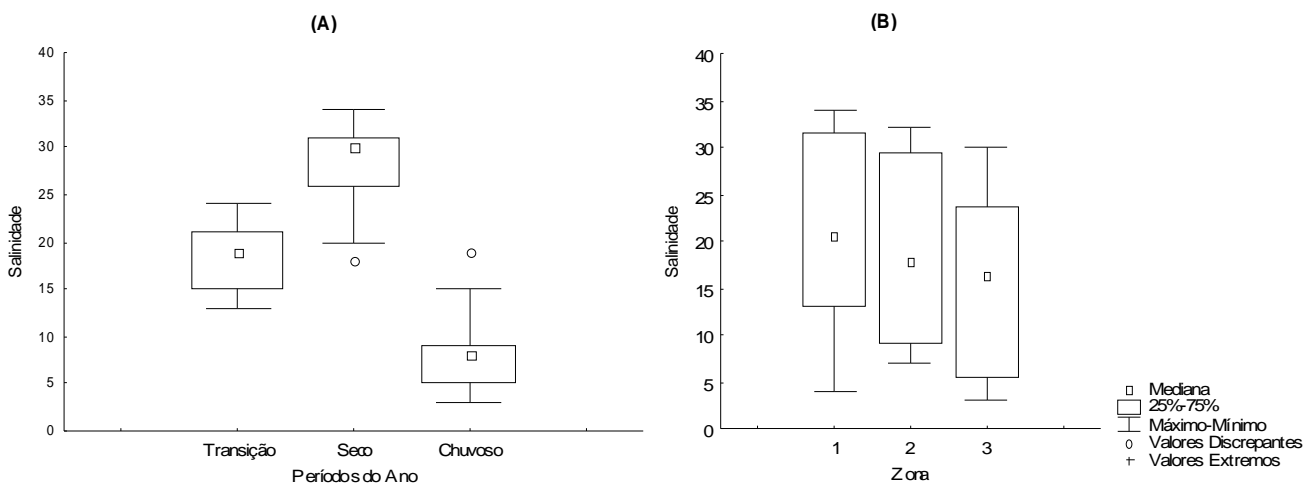


Figura 6 - Variação das medianas da salinidade. A: períodos do ano; B: zonas do estuário.

## Temperatura

A mediana da temperatura foi de 28,65 °C, com máxima de 29,66 °C (ago/06) e mínima de 27,50 °C (fev/07). Não houve diferença significativa da temperatura em relação aos perfis A e B ( $p > 0,05$ ). Porém, houve diferença significativa em relação aos locais de coleta ( $H = 17,56$ ;  $p < 0,01$ ), zonas ( $H = 16,40$  e  $p = 0,0003$ ) e períodos do ano ( $H = 23,09$  e  $p < 0,01$ ).

A temperatura foi maior no local B3 (Mediana= 28,93) em relação ao A1 (Mediana= 28,38), Figura 7A, bem como na zona 3 (Mediana= 28,97) em relação a zona 1 (Mediana= 28,45) e zona 2 (Mediana= 28,57), Figura 7B.

Quanto aos períodos do ano, a temperatura foi maior no seco em comparação ao chuvoso (Mediana= 28,68 e Mediana= 28,28, respectivamente) e maior na transição em relação ao chuvoso (Mediana= 28,88 e Mediana= 28,28, respectivamente), Figura 7C.

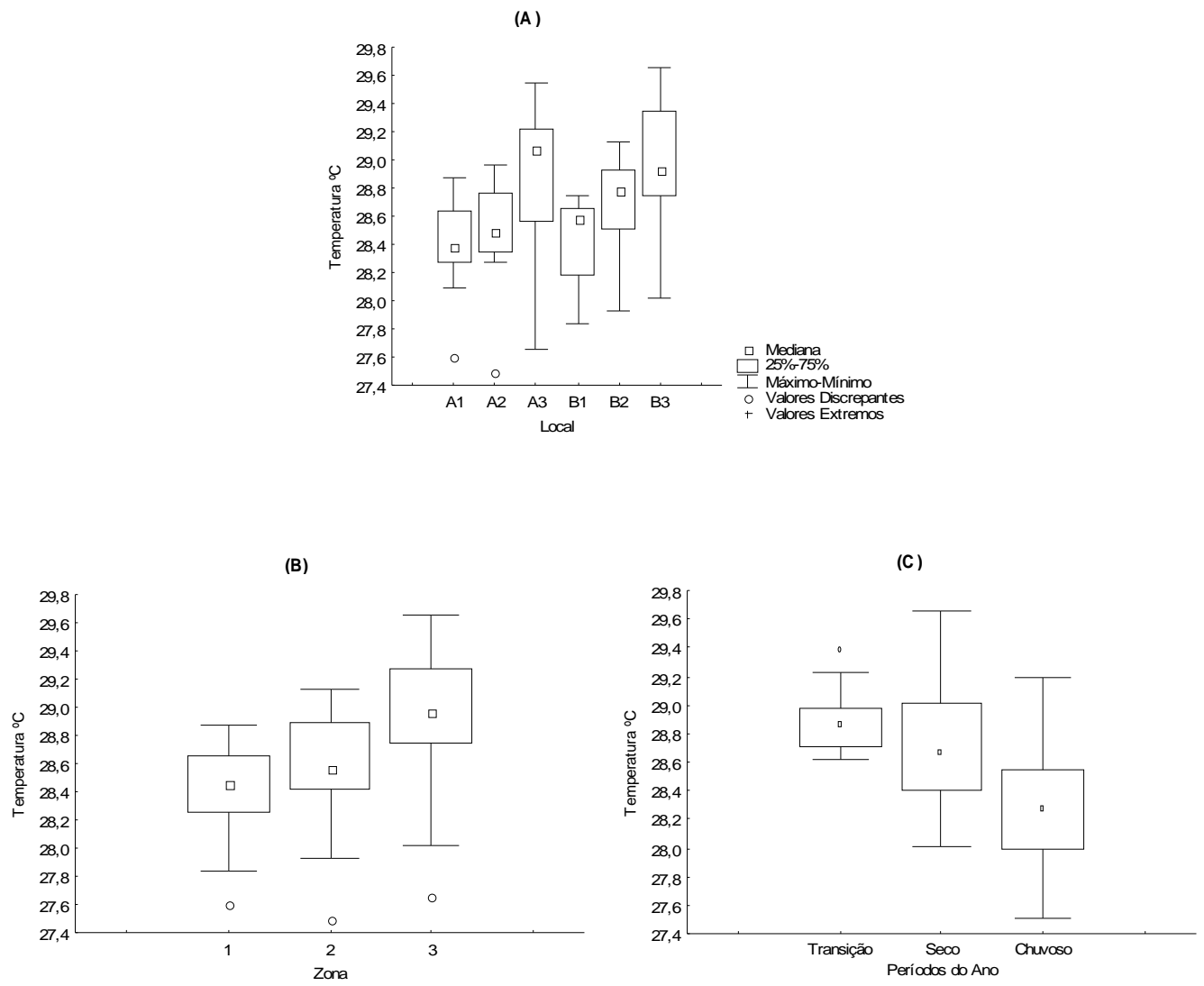


Figura 7 - Variação das medianas da temperatura. A: locais de coleta; B: zonas do estuário e C: períodos do ano.

## pH (potencial hidrogeniônico)

A mediana do pH foi de 7,85, com máxima de 9,03 (fev/07) e mínima de 5,74 (jan/07). Não houve diferença significativa entre os valores de pH em relação aos perfis A e B, tampouco entre e os períodos do ano ( $p > 0,05$ ). Entretanto, houve diferença em relação aos locais de coleta ( $H = 40,17$  e  $p < 0,01$ ) e zonas ( $H = 37,67$  e  $p < 0,01$ ). O pH em A1 (Mediana = 8,24) foi maior em relação aos dos locais A3 (Mediana = 7,29), B2 (Mediana = 7,79) e B3 (Mediana = 7,40); o pH em B1 (Mediana = 8,12) foi significativamente maior que em A3 (Mediana = 7,29) e em B3 (Mediana = 7,40), Figura 8A. Quanto às zonas, o pH foi maior na zona 1 (Mediana = 8,17) em relação a zona 2 (Mediana = 7,84) e zona 3 (Mediana = 7,32), Figura 8B.

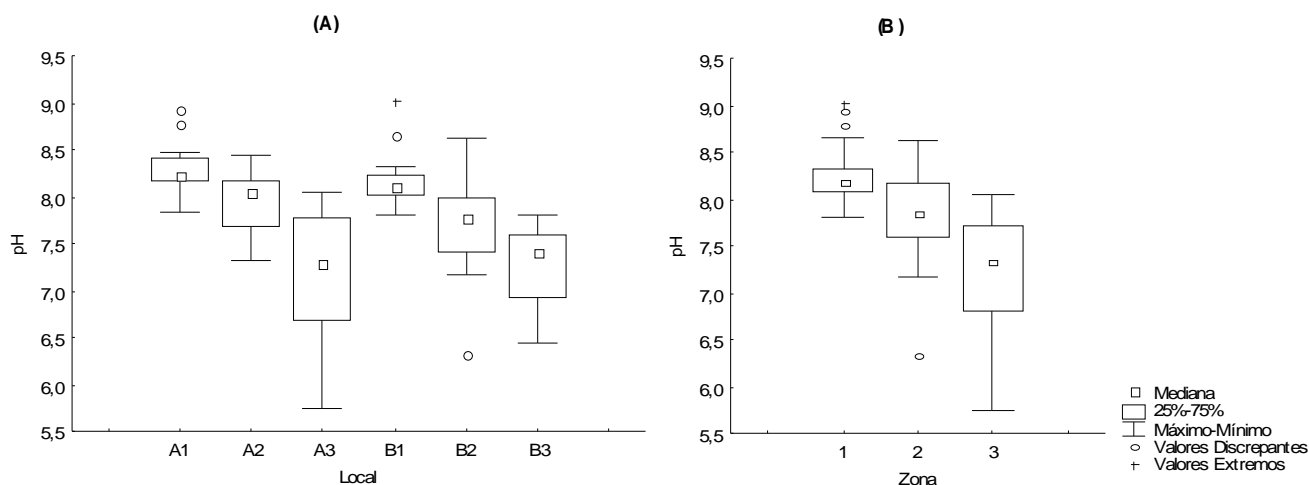


Figura 8 - Variação das medianas do pH. A: locais de coleta e B: zonas do estuário.



## Larvas de Camarão

Foram coletadas um total de 4,131 larvas de camarão no estuário de Marapanim-PA, as quais estiveram distribuídos em seis famílias: Luciferidae, Penaeidae, Sergestidae, Alpheidae, Hippolytidae e Palaemonidae. Porém, foi possível identificar apenas quatro espécies (*Alpheus estuariensis*, *Exhippolysmata oplophoroides*, *Lucifer faxoni*, e *Xiphopenaeus kroyeri*).

As espécies e/ou famílias com maior densidade total foram *Alpheus estuariensis* (302,59 larvas/m<sup>3</sup>), Palaemonidae (97,05 larvas/m<sup>3</sup>) e Sergestidae na fase *elaphocaris* (90,47 larvas/m<sup>3</sup>). Em relação à frequência de ocorrência, *Alpheus estuariensis* foi muito freqüente (76,39%); Sergestidae no estágio *elaphocaris* (34,03%) e Palaemonidae (50,69%) foram freqüentes; *Exhippolysmata oplophoroides* (13,19%), Sergestidae na fase *acanthosoma* (29,17%) e Sergestidae na fase *mastigopus* (20,14) foram pouco freqüentes. As larvas das espécies consideradas esporádicas foram *Lucifer faxoni* (9,72%) e *Xiphopenaeus kroyeri* (8,33%), Tabela 1.

Tabela 1 - Grupos de larvas de camarão coletadas no estuário de Marapanim-PA nos meses de agosto de 2006 a julho de 2007. FO= Frequência de Ocorrência. E= Esporádica; PF= Pouco Freqüente; F= Freqüente e MF= Muito Freqüente.

Infra-ordem	Família	Grupos	FO (%)	Categorias	Densidade (larvas/m <sup>3</sup> )
Penaeidea	Luciferidae	<i>Lucifer faxoni</i>	9,72	E	5,79
	Penaeidae	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	8,33	E	3,03
	Sergestidae	Sergestidae ( <i>elaphocaris</i> )	34,03	F	90,47
		Sergestidae ( <i>acanthosoma</i> )	29,17	PF	20,32
		Sergestidae ( <i>mastigopus</i> )	20,14	PF	13,56
Caridea	Alpheidae	<i>Alpheus estuariensis</i>	76,39	MF	302,59
	Hippolytidae	<i>Exhippolyasmata oplophoroides</i>	13,19	PF	6,07
	Palaemonidae	Palaemonidae	50,69	F	97,05

## Comparação entre densidade das larvas e os períodos do ano, locais de coleta, perfis e zonas do estuário

Quanto à densidade total das larvas em relação aos locais de coleta, perfis e zonas, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Em relação aos períodos do ano a densidade das larvas foi maior no seco (Densidade Total= 359,51 larvas/m<sup>3</sup>), seguido do período de transição (Densidade Total= 106,93 larvas/m<sup>3</sup>) e do chuvoso (Densidade Total= 72,44 larvas/m<sup>3</sup>) ( $H= 43,87$ ;  $p < 0,01$ ), Figura 9.

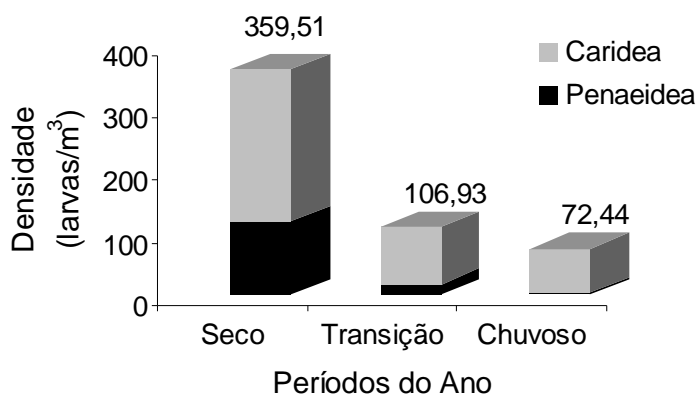


Figura 9 - Densidade total das larvas de camarão coletadas no estuário de Marapanim-PA, no período de agosto de 2006 a julho de 2007. Os valores acima de cada barra correspondem às densidades totais das larvas em cada período do ano.

A densidade das espécies e/ou famílias em relação aos perfis A e B foi significativamente diferente para Sergestidae na fase *acanthosoma* ( $H= 6,90$ ;  $p < 0,01$ ), mais abundante no perfil B (Densidade Total= 14,70 larvas/m<sup>3</sup>) em relação ao A (Densidade Total= 5,63 larvas/m<sup>3</sup>), Figura 10.

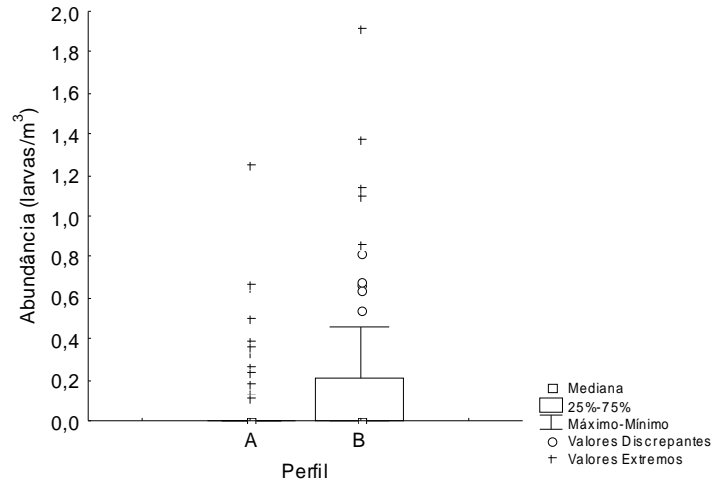


Figura 10 - Densidade de larvas no estágio de *acanthosoma* (Sergestidae) coletadas no estuário de Marapanim-PA, no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

Em relação aos períodos do ano, larvas Palaemonidae, bem como Sergestidae nos estádios de *acanthosoma* e *mastigopus*, foram significativamente mais abundantes no período seco do que no chuvoso ( $H= 8,40$ ;  $H= 29,06$ ;  $H= 21,70$ ;  $p<0,01$ , respectivamente), Figura 11 A, C, D. Sergestidae no estágio de *elaphocaris* foi mais abundante no período seco em relação à transição, bem como, no período seco em relação ao chuvoso ( $H= 47,44$ ;  $p<0,01$ ), Figura 11B. *Alpheus estuariensis* foi significativamente mais abundante no período seco em relação à transição e ao chuvoso, bem como, na transição em relação ao chuvoso ( $H= 32,68$ ;  $p<0,01$ ), Figura 11E.

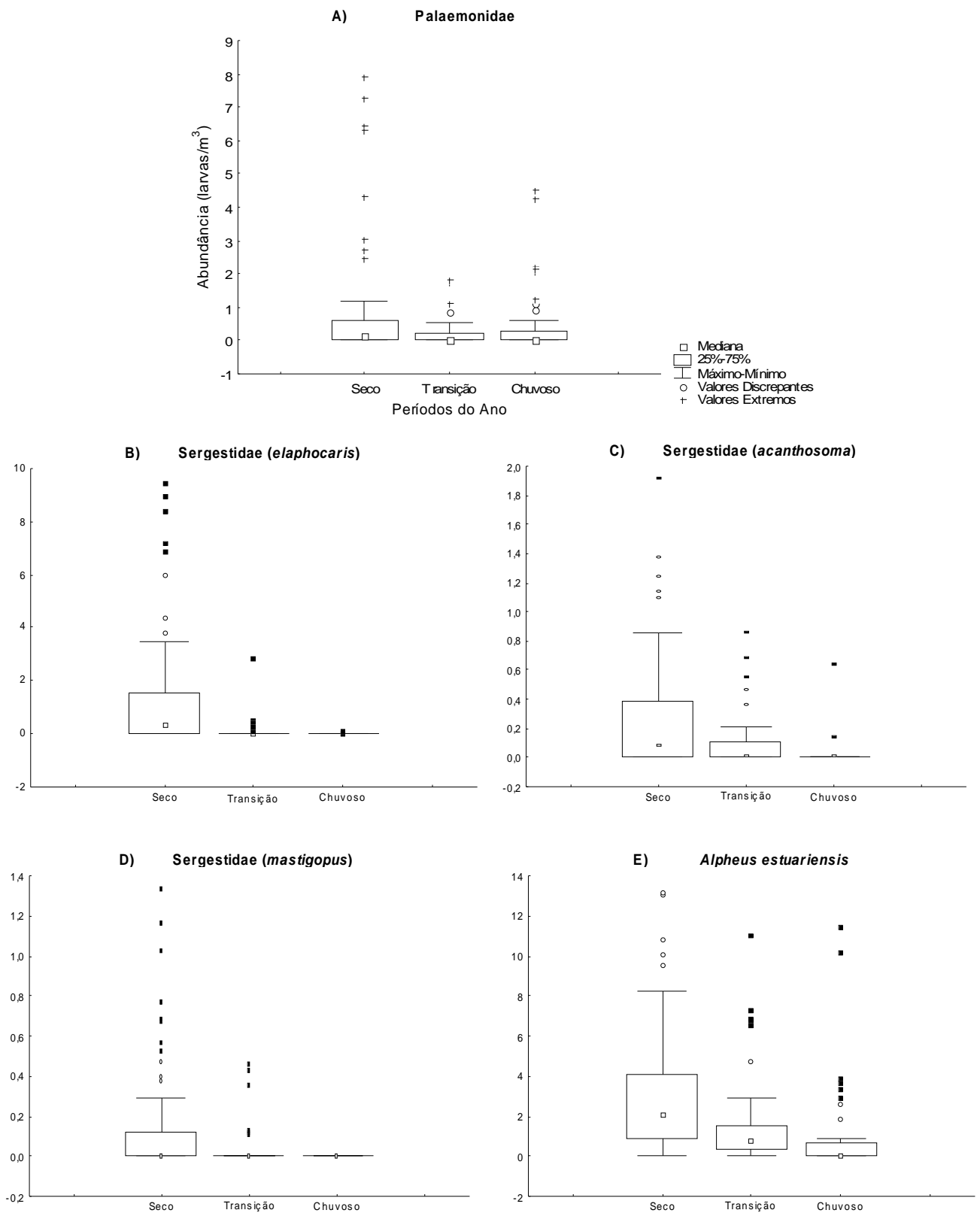


Figura 11 - Densidade de larvas de camarão coletadas no estuário de Marapanim-PA, no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

## **Índices de riqueza de Margalef (D), diversidade de Shannon-Weaner (H') e equitabilidade de Pielou (J')**

A riqueza (D), diversidade (H') e equitabilidade (J') das larvas de camarão não foram significativamente diferentes em relação aos meses de coleta e às zonas do estuário ( $p > 0,05$ ).

Quanto aos períodos do ano, a riqueza (D) das larvas foi significativamente maior ( $H = 9,59$ ;  $p < 0,01$ ) no seco (Mediana = 1,63) em relação ao chuvoso (Mediana = 0,53), bem como da transição (Mediana = 1,84) em relação ao chuvoso (Figura 12A). A diversidade (H') foi maior ( $H = 44,73$ ;  $p < 0,01$ ) no período seco (Mediana = 0,80) em relação ao período de transição (Mediana = 0,42) e ao chuvoso (Mediana = 0), assim como do período de transição em relação ao chuvoso (Figura 12B).

Em relação aos locais de coleta, a diversidade (H') das larvas foi maior ( $H = 17,65$ ;  $p < 0,01$ ) no B1 (Mediana = 0,92) em relação ao A1 (Mediana = 0,39) e A3 (Mediana = 0) (Figura 12C). A equitabilidade (J') foi maior ( $H = 14,59$ ;  $p = 0,01$ ) no B1 (Mediana = 0,78) em relação ao A1 (Mediana = 0,59) e A2 (Mediana = 0,58) (Figura 12D).

Nos perfis de coleta, a diversidade (H') das larvas foi maior ( $H = 7,19$ ;  $p < 0,01$ ) no perfil B (Mediana = 0,57) em relação ao A (Mediana = 0,26) (Figura 12E) e, a equitabilidade (J') foi maior ( $H = 7,05$ ;  $p < 0,01$ ) no perfil B (Mediana = 0,74) em relação ao A (Mediana = 0,61) (Figura 12F).

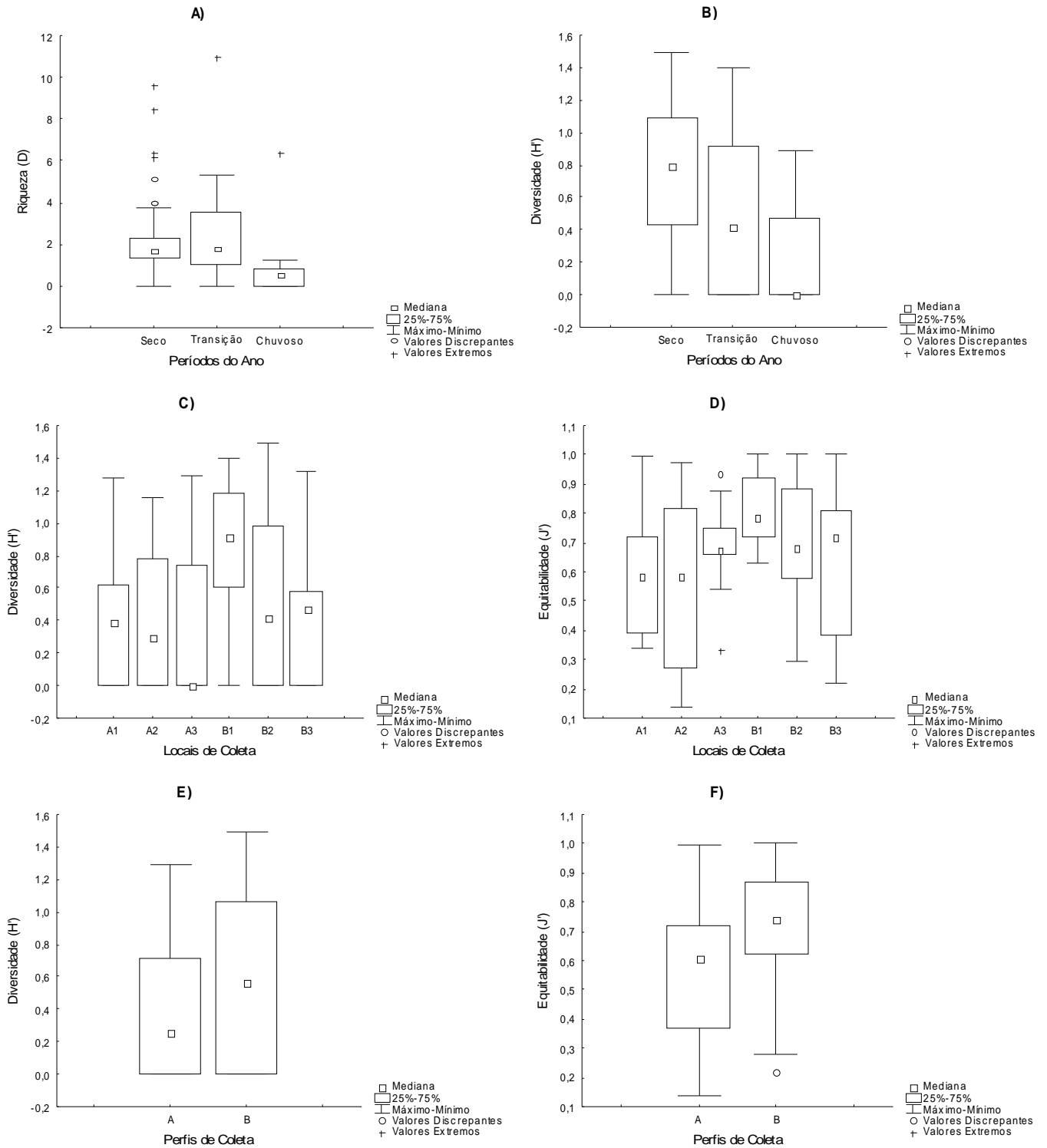


Figura 12 - Riqueza (D), Diversidade (H') e Equitabilidade (J') das larvas de camarão nos períodos do ano, locais de coleta e perfis do estuário de Marapanim-PA.

## **Análise de Agrupamento**

De acordo com a análise de agrupamento (*Cluster*) realizada para a densidade mensal das larvas de camarões, ao nível de similaridade de 65%, observou-se a formação de três grupos (Figura 13A). O grupo I contendo indivíduos coletados nos meses de maio, junho e julho/07; o grupo II formado pelas larvas coletadas nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro de 2006 e janeiro de 2007 e, o grupo III com as larvas dos meses de fevereiro, março e abril 2007.

A análise de similaridade das porcentagens (Simper) mostrou que o grupo I, com similaridade 74,46% foi constituído principalmente por *A. estuariensis* que contribuiu com 39,87%, Palaemonidae com 20,70% de larvas e *X. kroyeri* contribuindo com 19,73%. O grupo II apresentou similaridade de 84,42%, sendo que *A. estuariensis*; Sergestidae nos estádios de *elaphocaris* e *acanthosoma*; e Palaemonidae, contribuíram com 28,38%; 20% e 14,39%; e 16,95%, respectivamente. O grupo III (similaridade de 85,90%) teve como principais contribuintes *A. estuariensis* (53,62%) e Palaemonidae com 41,33% de contribuição.

Ao longo do ano houve a dominância de *Alpheus estuariensis* (Figura 13B). Larvas de camarões Palaemonidae embora presentes o ano todo foram mais densas no período chuvoso. Os camarões sergestídeos tiveram maior contribuição nos meses mais secos do ano e *X. kroyeri* no período chuvoso e de transição do chuvoso para o período seco.



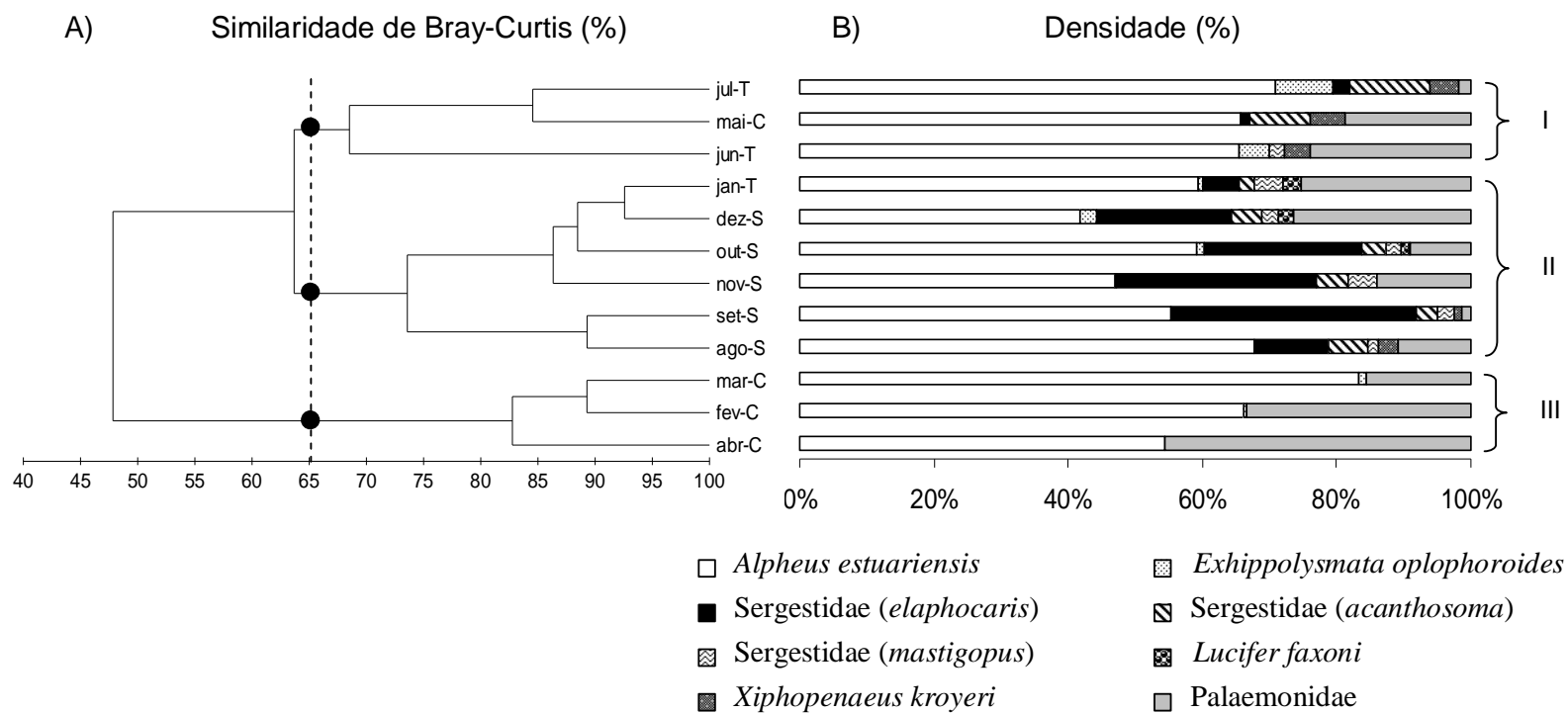


Figura 13 - A: Dendrograma da análise de agrupamento da densidade das larvas de camarão coletadas no estuário de Marapanim-PA, no período de agosto de 2006 a julho de 2007; B: Porcentagem da densidade das larvas. Os números I, II e III correspondem aos grupos formados ao nível de similaridade de 65%.

## Correlação de Spearman (R)

As larvas de camarão do estuário de Marapanim-PA correlacionaram-se positivamente com a salinidade, exceto, *X. kroyeri* que não se correlacionou significativamente com nenhum dos fatores abióticos analisados (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlação de Spearman (R) entre fatores abióticos e densidade dos grupos (larvas/m<sup>3</sup>). Os dados em negrito representam valores onde houve correlação estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre as variáveis para cada espécie.

Grupos	Salinidade	Temperatura	pH
<i>Alpheus estuariensis</i>	<b>0,51</b>	0,22	-0,21
<i>Exhippolysmata oplophoroides</i>	<b>0,26</b>	-0,01	0,08
Sergestidae ( <i>elaphocaris</i> )	<b>0,79</b>	0,21	-0,20
Sergestidae ( <i>acanthosoma</i> )	<b>0,65</b>	<b>0,25</b>	-0,14
Sergestidae ( <i>mastigopus</i> )	<b>0,62</b>	0,14	-0,04
<i>Lucifer faxoni</i>	<b>0,30</b>	0,11	0,19
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	0,02	0,16	-0,21
Palaemonidae	<b>0,25</b>	-0,03	-0,10

## DISCUSSÃO

Na região tropical a temperatura e outros elementos climáticos têm menor amplitude de variação do que a precipitação pluviométrica, logo a distribuição sazonal desta constitui a base para a maioria das classificações ou subdivisões dos climas tropicais (Ayoade, 2006). Nesta região, ocorrem altos valores pluviométricos e as precipitações são predominantemente do tipo convectivas, em forma de pancadas e de curta duração, estando, assim, associadas às nuvens *cumulus* e *cumulunimbus* (Mendonça & Danni-Oliveira, 2007). Na Amazônia, as linhas de instabilidade (frente frias) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) são responsáveis pela distribuição média mensal da precipitação pluviométrica (Sistema de Informações Hidrometeorológicas do Estado do Pará – Núcleo de Hidrometeorologia – Sectam).

A variação sazonal da precipitação no Estado do Pará é caracterizada por uma estação chuvosa, que na maioria das localidades compreende os meses de dezembro a maio e por uma estação menos chuvosa (denominada localmente de seca) que corresponde ao período de junho a novembro (Moraes *et al.*, 2005). Entretanto, no Município de Marapanim-PA observou-se, a partir análise da média histórica dos dados pluviométricos obtidos em cinco anos (2002 a 2006), bem como dos valores de pluviosidade durante o período de coleta (ago/06 a jul/07), que a precipitação pluviométrica não seguiu o padrão observado na maioria dos municípios do estado, uma vez que o período chuvoso estendeu-se apenas de fevereiro a maio. Essas variações podem ter sido ocasionadas por influência da zona de convergência intertropical (ZCIT), pois, para o nordeste da costa paraense, as migrações Norte/Sul da ZCIT atuam na atmosfera influenciando o regime dos ventos alísios e das precipitações, o que determina a alternância das estações climáticas e a hidrologia dos rios locais (Berrêdo, 2008).

Os estuários apresentam espaço-temporalmente, variações hidrológicas dos parâmetros abióticos como temperatura, salinidade, pH, transparência da água, nutrientes dissolvidos, dentre outros, que são de fundamental importância para a composição e distribuição da biota residente e transitória desses ecossistemas (Santana, 2004).

No estuário de Marapanim-PA, todos os fatores abióticos analisados variaram, sendo que a salinidade e a temperatura apresentaram valores significativamente maiores no período mais seco que pode ser explicado pela baixa pluviosidade, bem como pela alta evaporação.

A variação da salinidade depende do balanço entre evaporação e precipitação. Em águas superficiais, a salinidade é elevada devido à remoção de água por evaporação, podendo decrescer por adição de água doce via precipitação ou drenagem continental (Pereira & Soares-Gomes, 2002).

Em águas estuarinas, a temperatura é variável devido, sobretudo, à mistura de massas de água com características físico-químicas diferentes e à ocorrência de zonas pouco profundas. A temperatura da água em estuários é principalmente determinada pela razão entre a descarga fluvial e o fluxo de maré e é modificada pelo aquecimento solar e pelo arrefecimento provocado pela evaporação (Ré, 2000).

Este padrão de variação da salinidade e temperatura foi observado por Fernandes *et al.* (2002) na Baía de Guanabara-RJ; Silva *et al.* (2002) em áreas estuarinas no Município de Vigia-PA; Pinheiro *et al.* (2005) e Pinto Marques (2006) em Bragança-PA; e, por Marques *et al.* (2006) no estuário de Mondego em Portugal.

Os valores de temperatura na Enseada de Ubatuba-SP (região subtropical) não seguiram este padrão, apresentando menores valores no período mais seco devido à possível presença das Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS), que se caracterizam por terem baixas temperaturas (Nakagaki *et al.*, 1995).

O estuário de Marapanim-PA, assim como o estuário da Baía de Vitória-ES pode ser dividido em duas porções em relação às variações de temperatura e salinidade ao longo das zonas e locais de coleta, sendo a primeira caracterizada por uma massa de água com alta salinidade e baixa temperatura, influenciada principalmente por águas litorâneas e, a segunda caracterizada por uma massa de água com baixa salinidade e alta temperatura, influenciada pela contribuição de águas continentais (Sterza & Fernandes, 2006). De acordo com estes autores, a alta temperatura na região estuarina mais distante do oceano (porção superior do estuário) pode ser explicada pelo fato desta área ser mais rasa e confinada, estando desta forma sujeita à maior influência da interação ar-água nos processos de aquecimento e também devido à contribuição de água com maior temperatura oriunda dos continentes.

Os valores de pH não apresentaram diferenças significativas entre os períodos do ano. Entretanto, Santana (2004) verificou em seu estudo no estuário de Marapanim-PA que o potencial hidrogeniônico ao longo do referido estuário variou de ácido, no período mais chuvoso à alcalino, na estiagem. Segundo a autora, essa acidez no período chuvoso pode ser explicada pela maior descarga fluvial, bem como pelo conseqüente aumento na concentração de material em suspensão neste período.

Em relação aos locais de coleta e zonas do estuário, o pH da água nos locais A1 e B1 (zona 1) foi mais alcalino em relação aos demais, possivelmente devido à baixa influência dos ácidos húmicos oriundos da decomposição da matéria orgânica dos manguezais. Estes ácidos aumentam a acidez da água dos locais mais adentro do estuário, onde há maior depósito dessa matéria orgânica.

Dentre os fatores abióticos supracitados, o que mais influencia a distribuição e densidade de organismos estuarinos é a salinidade, como foi mostrado por Santana (2004), no estuário de Marapanim-PA; Pinto Marques (2006), no estuário do Rio Caeté em

Bragança-PA; Sterza & Fernandes (2006), no estuário de Baía de Vitória-ES; Costa *et al.* (2008) no estuário do Taperaçu em Bragança-PA e Magalhães *et al.* (2009) no estuário de Curuçá-PA.

A sobrevivência larval nas primeiras zoés de *Macrobrachium holthuisi* em laboratório foi reduzida pelos efeitos da temperatura e da salinidade, bem como pela interação destes fatores (Moreira *et al.*, 1979). Além disso, estes autores também observaram que a mortalidade das larvas se deu mais em função da variação da temperatura do que da salinidade. A temperatura e a salinidade também afetam marcadamente a duração do estágio de zoé I de *Macrobrachium holthuisi*, pois houve redução do tempo de duração deste estágio em altos valores destes fatores, bem como, no período em que a muda geralmente ocorre (4-5 dias em condições ótimas). No estuário de Mondego (Portugal), a temperatura e a salinidade foram os fatores que mais influenciaram a distribuição do zooplâncton em geral (Marques *et al.*, 2006).

No estuário de Taperaçu (Bragança-PA) dentre os fatores abióticos estudados (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido na água), a salinidade foi o que influenciou diretamente a dinâmica populacional do zooplâncton (Costa *et al.*, 2008) assim como no estuário dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim (Aracruz-ES), onde este fator foi importante na distribuição espacial dos taxa dominantes de zooplâncton, sendo que alguns grupos mostraram-se tipicamente eurihalinos e outros estenohalinos (Magris, 2005). Entretanto, apesar da temperatura ter variado pouco ao longo dos meses (21°C a 30°C) houve correlação significativa positiva com a densidade de larvas de Decapoda em geral, com a densidade, diversidade e riqueza de larvas de Brachyura mostrando que este parâmetro representa um dos principais responsáveis pela dinâmica populacional deste grupo (Magris, 2005). Além disso, neste mesmo estuário o pH também apresentou correlação significativa positiva com a densidade de Decapoda-Brachyura.

Dentre as larvas do estuário de Marapanim-PA a mais abundante foi *Alpheus estuariensis*, considerada dominante.

A maioria das espécies de Alpheidae é marinha (Fernandes *et al.*, 2006). O gênero *Alpheus* é formado por um grande número de espécies que tem preferências por águas tropicais (Martinez-Iglesias *et al.*, 1997). Este grupo apresenta ampla distribuição, com espécies pantropicais e outras com registros para o Pacífico Oriental, Atlântico Ocidental e Central distribuídas da Carolina do Norte (EUA) ao sul do Brasil (Fernandes *et al.*, 2006). Dentre as 23 espécies distribuídas na costa brasileira, *Alpheus estuariensis* é uma das poucas que é restrita a estuários (Christoffersen, 1984). Além desta espécie ter sido a mais abundante no estuário de Marapanim-PA, também foi a mais freqüente durante o período de coleta, o que corrobora com os resultados de densidade e freqüência destas larvas encontradas por Pinto Marques (2006) no canal-de-maré do Furo Grande em Bragança-PA. Nesta localidade, *A. estuariensis* foi mais abundante no período seco e não foi encontrada o ano todo como no estuário de Marapanim-PA.

*Alpheus estuariensis* pode ser considerada uma espécie eurihalina, pois suporta as grandes variações de salinidade no estuário ao longo do ano. Além disso, o fato destas larvas serem encontradas o ano todo indica que a espécie apresenta uma reprodução contínua no estuário.

No canal-de-maré do Furo Grande (Bragança-PA), Pinto Marques (2006) verificou que além de *A. estuariensis* houve a ocorrência de outra espécie não identificada de *Alpheus*, significativamente mais abundante e freqüente no período chuvoso, o que poderia ter causado a competição entre estas espécies, resultando na diminuição de *A. estuariensis* e a dominância da outra espécie neste período. Logo, no estuário de Marapanim-PA, como as larvas de *A. estuariensis* foram as únicas da família Alpheidae encontradas, elas conseguiram se estabelecer o ano todo, uma

evidência de que não somente os fatores abióticos são importantes para a distribuição das larvas de camarão, como também fatores bióticos tais como a competição e o período reprodutivo (contínuo ou sazonal) das espécies.

Larvas de Palaemonidae também foram bastante abundantes e freqüentes no estuário de Marapanim-PA. Esta família está distribuída em todos os continentes, nas regiões tropicais e temperadas, com seus representantes habitando, principalmente, água doce ou salobra (Holthuis, 1952). Entretanto, muitos gêneros como *Palaemon* e *Palaemonetes* são tipicamente marinhos (Almeida *et al.*, 2005). Segundo Pereira & Garcia (1995) muitas espécies de *Macrobrachium* e *Palaemonetes* precisam de concentração salina entre 10-35 para completar o seu desenvolvimento larval, enquanto outras são totalmente independentes da água do mar (espécies dulcícolas).

No estuário de Marapanim-PA houve maior densidade de palaemonídeos durante o período seco. De acordo com os dados da correlação de Spearman as larvas desta família correlacionaram-se positivamente com a salinidade. Estes resultados indicam que o estuário de Marapanim-PA está sendo habitado principalmente por espécies que tem preferência por águas mais salinas ou salobras.

A família Sergestidae inclui seis gêneros de camarões de pequeno a médio porte, em sua maioria mesopelágicos, oceânicos e comumente coletados em profundidades de até 2.000 m, sendo que suas larvas podem ser encontradas entre a superfície e 200m. No Brasil, há registros de três espécies de *Acetes* (*A. americanus*; *A. marinus* e *A. paraguayensis*), uma espécie de *Peisos* (*P. petrunkevitchi*) e quatro espécies de *Sergestes* (*S. atlanticus*; *S. armatus*; *S. corniculum* e *S. edwardsi*) (Fernandes *et al.*, 2006).

As três fases larvais de Sergestidae foram encontradas no estuário de Marapanim-PA, sendo a fase *elaphocaris* a mais abundante e freqüente. A presença de estádios larvais iniciais



(*elaphocaris*) na coluna d'água indica recente atividade reprodutiva (Calazans, 1994).

Todas as larvas de sergestídeos e, especialmente na fase *elaphocaris*, foram predominantes no período seco e correlacionaram-se significativamente com a salinidade, mostrando que este fator foi determinante na distribuição destas larvas.

As famílias consideradas pouco abundantes e menos freqüentes no estuário de Marapanim-PA foram Luciferidae, Penaeidae e Hippolytidae, representadas por *Lucifer faxoni*, *Xiphopenaeus kroyeri* e *Exhippolysmata oplophoroides*, respectivamente. Destas, *X. kroyeri* não apresentou correlação com nenhum fator abiótico analisado, diferentemente das outras duas espécies que se correlacionaram positivamente com a salinidade.

Característica de águas costeiras, a espécie *L. faxoni* é holoplanctônica e, normalmente é encontrada em profundidades acima de 50m. Ela também pode ser encontrada em regiões estuarinas, apresentando ampla distribuição no Oceano Atlântico. Na costa brasileira, a espécie ocorre entre o Amapá e o Rio Grande do Sul (Fernandes *et al.*, 2006). No estuário de Marapanim-PA, *L. faxoni* ocorreu nos meses menos chuvosos, quando os valores de salinidade da água foram maiores (Máxima=34). Este resultado corrobora com o trabalho de Pinto Marques (2006), a qual observou baixa freqüência desta espécie no canal-de-maré do Furo Grande (Bragança-PA), onde *L. faxoni* foi encontrado no período com maiores valores de salinidade (Média= 33 ± 5,66 desvio padrão). Troost (1975) encontrou um alto número de *L. faxoni* em águas costeiras do Norte da América do Sul, onde os valores de salinidade variaram de 27 a 36. Estes resultados confirmam a informação de que *L. faxoni* tem preferência por águas mais salinas.

*Exhippolysmata oplophoroides*, representante dos carídeos marinhos, apresenta distribuição geográfica na América do Norte, da Carolina do Norte até Port Aransas (Texas) e na América do Sul,

das Guianas até o norte do Uruguai (Bond-Buckup & Buckup, 1999). Pouco se sabe sobre a biologia e a ecologia desta espécie. Entretanto, destaca-se o estudo de Chacur & Negreiros-Fransozo (1999), as quais abordaram aspectos reprodutivos destes camarões, bem como, os estudos de Braga (2006) que abordou aspectos sobre a biologia e ecologia, sendo ambos os trabalhos realizados em Ubatuba-SP, com a população de jovens e adultos. Chacur & Negreiros-Fransozo (1999) comprovaram que *E. oplophoroides* apresenta reprodução contínua, pois fêmeas ovígeras foram encontradas durante o ano todo. Além disso, Braga (2006) mostrou que a distribuição deste camarão na região de Ubatuba-SP, de modo geral, está relacionada aos fatores ambientais, sendo a temperatura, a matéria orgânica e o tipo de sedimento os mais determinantes para a população de jovens e adultos.

Em contrapartida, os únicos registros sobre o estudo de larvas de *E. oplophoroides* no Brasil são os de Negreiros-Fransozo *et al.* (2002) e o de Martins & Calazans (2003), os quais descreveram o estágio de zoé I da espécie. Estes trabalhos foram essenciais para a identificação das larvas da espécie no estuário de Marapanim-PA, as quais apesar de terem sido pouco abundantes e terem apresentado baixa frequência, foram encontradas principalmente no período seco, correlacionando-se positivamente com a salinidade; um dos principais fatores responsáveis pela distribuição espaço-temporal desta espécie no estuário.

Penaeidae é uma família de camarões tipicamente marinhos, inclui cerca de quinze espécies, distribuídas em oito gêneros no Brasil (Fernandes *et al.*, 2006), das quais apenas as larvas *Xiphopenaeus kroyeri* ocorreram no estuário de Marapanim-PA. Esta espécie distribui-se desde a Carolina do Norte (USA) até os 26°S na costa do Brasil, Boschi (1981). Das espécies de Penaeidea que ocorreram no estuário do Rio Caeté (Bragança-PA), apenas *X. kroyeri* foi encontrada no estuário na fase larval, sendo que

*Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti* entraram neste estuário já na fase juvenil, o que segundo Martinelli (2005) parece estar relacionado ao ciclo de vida das espécies, pois não houve correlação entre a densidade das pós-larvas com os fatores físico-químicos estudados (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido). De acordo com Dall *et al.*, (1990), as larvas do gênero *Xiphopenaeus* migram do mar aberto para os estuários (berçários) aonde vão se estabelecer até tornarem-se jovens. Quando estes camarões atingem a maturidade sexual eles deixam os estuários e retornam para regiões distantes da costa para se reproduzirem.

No estuário de Marapanim-PA as larvas de *X. kroyeri* foram pouco abundantes, apresentaram baixa frequência e assim como no estudo de Martinelli (2005), em Bragança-PA, não se correlacionaram com nenhum fator abiótico estudado. Além disso, estas larvas estiveram presentes no final do período chuvoso (maio/07), início do seco (ago/06) e principalmente durante o de transição (jun e jul/07) no estuário de Marapanim-PA, o que poderia estar relacionado com o ciclo de vida desta espécie.

Não há informações disponíveis sobre a densidade e período reprodutivo de *X. kroyeri* na zona costeira paraense, apenas um indício (baseado na presença de juvenis no estuário do Rio Caeté) de que a reprodução desta espécie ocorra em dois períodos distintos no ano: o primeiro, de agosto a setembro, o que provavelmente explica a ocorrência das pós-larvas no estuário nos meses de setembro, novembro e dezembro; o segundo, ocorrendo uma desova de dezembro a março, tendo a migração das pós-larvas entre fevereiro a abril. Neste último, esta coorte passa mais tempo no estuário (8 meses), contribuindo, provavelmente, para o grande número de camarões com gônadas desenvolvidas na região estuarina entre novembro a abril (Martinelli, 2005).

A baixa densidade e frequência das larvas de *X. kroyeri* no estuário de Marapanim-PA, assim como no canal-de-maré do Furo-

Grande (Bragança-PA), onde a espécie ocorreu apenas no período seco (Pinto-Marques, 2006), pode ser explicada pelo fato desta ocupar preferencialmente regiões costeiras, não se deslocando em grandes quantidades para os canais-de-maré (estuários) quando os valores de salinidade estão baixos (Martinelli, 2005). Períodos em que a salinidade da água é diminuída, em função das chuvas e da descarga fluvial dos rios próximos ao estuário, são praticamente inviáveis para os camarões penaeídeos que, quando presentes, estão em baixas densidades (Martinelli, 2005).

No estuário de Marapanim-PA houve maior densidade, riqueza e diversidade de espécies no período seco do ano. Sterza & Fernandes (2006) verificaram que grande densidade de espécies de zooplâncton ocorreu durante o verão, bem como, altos valores de diversidade foram observada em estações com alta salinidade no estuário da Baía de Vitória (ES). Segundo os autores, como a maioria das espécies que ocorreram neste estuário é de áreas costeiras, a distribuição espacial e a densidade são controladas pela variação da salinidade. Em contrapartida, em uma lagoa Salina no estuário do Rio Caeté (Bragança-PA) as maiores densidades de zooplâncton ocorreram no período chuvoso. De acordo com Martins *et al.* (2006) estes altos valores indicam a existência de uma comunidade dominada por espécies, primeiramente, estrategistas que se adaptam às condições ambientais extremas da lagoa, dando lugar a uma sucessão ecológica bem definida ao longo dos períodos sazonais.

A maioria das larvas de camarões que ocorreram no estuário de Marapanim-PA mostrou preferência por águas mais salinas. Logo, o que explicaria a maior densidade destas larvas no período seco seria o fato deste apresentar os maiores valores de salinidade em relação aos demais períodos. Entretanto, outros fatores também devem ser considerados para avaliar a distribuição e a densidade destas larvas, até mesmo a possível influência

antropogênica ao longo do estuário, ocasionando a variação da quantidade de nutrientes no ambiente (Sterza & Fernandes, 2006).

Quanto aos locais de coleta, o B1 apresentou maior valor de diversidade em relação aos locais A1 e A3, bem como maior equitabilidade de larvas em comparação aos locais A1 e A2. Além disso, o perfil B também apresentou maiores valores destes índices em relação ao perfil A. Este fato poderia ser explicado em decorrência do perfil B ser menos influenciado pela ação antrópica, devido à distante localização dos locais B1, B2 e B3 em relação aos centros urbanos, tornando-se sítios de abrigo para estas espécies. Figueira (2002) em seu estudo com uma comunidade macrobentônica em Bragança-PA, verificou baixos valores de equitabilidade, o que segundo ele, reflete a dominância de uma única espécie e poucos representantes de vários outros grupos, o que também pode ser observado em Marapanim-PA, com a dominância de *A. estuariensis*.

Vale ressaltar que a estabilidade ambiental, resultante de pequenas amplitudes de variação nos fatores ambientais (Levinton, 1995), do pH e da temperatura no estuário de Marapanim-PA pode ter influenciado na alta diversidade e equitabilidade das larvas de camarão no perfil B e local B1 do referido estuário. Segundo Santana (2004) o equilíbrio ambiental causa o aumento da diversidade de espécies, em contrapartida, Cavalcante & Larrazábal (2004) em seus estudos em uma Zona Exclusiva do Nordeste perceberam que este balanceamento resultou no aumento da equitabilidade de copépodes.

A análise agrupamento da densidade mensal das larvas de camarão mostrou a formação três grupos, todos com maior frequência de ocorrência das larvas de *A. estuariensis*, espécie dominante no estuário de Marapanim-PA, como mencionado anteriormente. Além disso, segundo a análise de SIMPER, as espécies mais abundantes nestes grupos foram as que mais contribuíram para a similaridade dos mesmos. Pinto Marques (2006) em seu estudo com larvas de camarão do canal-de-maré do Furo

Grande (Bragança-PA), verificou a ocorrência das mesmas famílias encontradas no estuário de Marapanim-PA, com exceção de Hippolytidae, das quais a Alpheidae também foi a mais abundante. Entretanto, neste canal-de-maré ocorreram outras duas espécies, sendo *A. estuariensis* a segunda mais abundante, ocorrendo principalmente no período seco e, *Alpheus* sp., a mais freqüente, ocorrendo principalmente no chuvoso.

Pinto Marques (2006) também verificou que a densidade e freqüência das larvas de camarão, principalmente de *Macrobrachium* sp. e *A. estuariensis*, presentes no canal-de-maré do Furo Grande (Bragança-PA) foram influenciadas pela variação da salinidade. No estuário de Marapanim-PA, as larvas também foram influenciadas pela variação da salinidade, com exceção apenas de *X. kroyeri*. Apesar deste resultado, vale ressaltar que a distribuição espaço-temporal das larvas também pode estar relacionada com o ciclo biológico das espécies, com diferentes períodos de reprodução e eclosão de suas larvas.

Contudo, os resultados deste trabalho são de suma importância, pois, contribuirão para o aporte de conhecimento acerca das larvas de camarão que ocorrem no estuário de Marapanim-PA e da forma como elas estão distribuídas no mesmo. Além disso, dada a importância dos estuários para as espécies de camarão, estes dados poderão subsidiar medidas de conservação dos mesmos, junto aos órgãos competentes da região, bem como das espécies que neles habitam.

## CONCLUSÕES

- O estuário de Marapanim-PA é habitado por larvas de Luciferidae, Penaeidae, Sergestidae, Alpheidae, Hippolytidae e Palaemonidae, constituindo importante local de recrutamento destes camarões;
- A densidade das famílias e/ou espécies varia ao longo dos períodos do ano, como também em relação às diferentes regiões do estuário em relação a um gradiente de salinidade;
- Há a predominância de *Alpheus estuariensis*, Palaemonidae e Sergestidae no estágio de *elaphocaris*, sendo a primeira considerada uma espécie dominante. Larvas de camarões Palaemonidae embora presentes o ano todo foram mais densas no período chuvoso. Os camarões sergestídeos tiveram maior contribuição nos meses mais secos do ano e *X. kroyeri* no período chuvoso e de transição do chuvoso para o período seco;
- Houve maior densidade, diversidade e riqueza de espécies no período seco do ano, o qual apresentou maiores valores de salinidade, pelo fato da maioria das larvas que ocorreram no estuário de Marapanim-PA serem de espécies encontradas com maior frequência em águas mais salinas;
- A maioria das espécies correlacionou-se positivamente com a salinidade, sendo o principal fator abiótico que influencia a densidade e distribuição espaço-temporal das larvas de camarão no estuário, o que está de acordo com os resultados obtidos em outros estuários do Pará e da costa brasileira. Entretanto, outros fatores devem ser considerados, como o ciclo reprodutivo das espécies.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C. & Esteves, F. A. Larvae and post-larvae of Penaeidae and Palaemonidae in coastal lagoons of the North of Rio de Janeiro (Macaé, RJ). **Revista Brasileira de Biologia**, **59** (1): 109-117. 1999.
- Albornoz, L. & Wehrtmann, I. S. Descripción y clave de los primeros estadios larvales de camarones carídeos (Decapoda: Hippolytidae, Alpheidae, Rhynchocinetidae) de aguas costeras de Chile. *Investigaciones Marinas*, **Valparaíso**, **25**: 121-133. 1997.
- Almeida, E. V.; Guimarães, R. V.; Azevedo, L. C.; Caldeira, M. S. P. R. & Bonecker, S. L. C. Efeito de Inanição na sobrevivência e desenvolvimento das larvas de *Machobrachium acanthuros* (Wiegmann, 1936) (Custacea, Decapoda, Palaemonidae), em laboratório. In: **Congresso Brasileiro de oceanografia**, **2**. 2005. Vitória, ES. Brasil.
- ANA – **Agência Nacional das Águas**. Brasília-DF. 2007. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: Dezembro de 2007.
- Ayoade, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro–RJ. Bertrand Brasil, 2006. 332p.
- Azeiteiro, U. M. M. & Marques, J. C. Temporal and spatial structure in the suprabenthic community of shallow estuary (western Portugal: Mondego River estuary). **Acta Oecologica**, **20** (4): 333-342. 1999.
- Báez, P. Key to the families of decapod crustacean larvae collected off Northern Chile during El Niño event. *Investigaciones Marinas*, **Valparaíso**, **25**: 167-176. 1997.
- Berrêdo, J. F. & Costa, M. L. Modificações sazonais nas propriedades físico-químicas de manguezais do estuário do rio Marapanim, Nordeste do Pará. In: **VI Workshop ECOLAB**, Belém-PA. 2004.
- Berrêdo, J. F.; Costa, M. L. & Progene, M. P. S. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazonica**, **38** (3): 473-482. 2008.
- Bond-Buckup, G & L. Buckup. Infraorden Caridea (pitos, camarões de água doce e marinhos) In: **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. Universidade-UFRGS, 1999. 503pp.



Boltovskoy, D. **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Mar del Plata, Argentina. Publicación especial del INIDEP, 1981. 936 p.

Boschi, E. E. Larvas de crustacea Decapoda. In: **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina, 1981. p. 699–757.

Braga, A. C. A. **Biologia e ecologia do camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Caridea: Alpheoidea: Hippolytidae) na região de Ubatuba, litoral Norte Paulista**. Tese de Doutorado. São Paulo-SP. 2006. 145p.

Calazans, D. Key to the larvae and decapodids of genera of the infraorder Penaeidea from the Southern Brazilian Coast. **Nauplius**, 1: 45-62. 1993.

Calazans, D. Morfology, abundance and distribution of larval phases of two Sergestids in the Southern Brazilian Coast. **Nauplius**, 2: 75-86. 1994.

Carvalho, A. S. S. **Abundância das larvas da família Porcellanidae (Anomura, Decapoda) no meroplâncton do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Pará, Belém-PA. 2003.

Cavalcante, 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**, 21, (3): 467-475. 2004.

Chacur, M. M. & Negreiros-Fransozo, M. L. Aspectos biológicos do camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Houthuis, 1948) (Crustacea, Caridea, Hippolytidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 59 (1): 173-181. 1999.

Choudhury, P. C. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), reared in the laboratory. **Crustaceana**, 18 (2): 173-132. 1970.

Christoffersen, R. T. The Western Atlantic snapping shrimps related to *Alpheus heterochaelis* Say (Crustacea, Caridea), with the description of a new species. **Papeis Avulsos de Zoologia**, 53 (19): 189-208. 1984.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. **Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth: Natural Environmental Research Council. 1994.

Costa, R. M. 2007. Biodiversidade planctônica na zona costeira amazônica. In: Simpósio Zona Costeira Amazônica, 2007, Belém-Pa. **Anais da 59ª Reunião da SBPC**. Belém-PA, 2007.

Costa, K. G.; Pereiral, L. C. C. & Costa, R. M. 2008. Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (amazon region, Brazil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v.3, n. 2, p. 127-141. 2008.

Dall, W. Hill, B. J.; Rothlisberg, P. C & Staples, D. J. The biology of Penaeidae. In: **Advances Marine Biology**. Blaxter, J. H. S & Southward, A. J. (Eds.). San Diego. Academic Press, v 27. 1990. 489p.

Estácio, J. V. M. & Martinelli, J. M. Abundância das larvas de decapoda ao longo de um gradiente de salinidade no estuário do Curuçá (PA), litoral norte do Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2**, Vitória, ES. Brasil. 2005.

Espírito-Santo, A. P. **A comunidade zooplanctônica em um canal de maré no estuário do rio Caeté, Bragança (Pará, Brasil)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém-PA. 1999.121p.

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**, 45 (4): 491-498. 2002.

Fernandes, L. D. A.; Almeida, E. V.; Peixoto, B. J. F. S. & Souza, M. F. Larvas de Decapoda. In: **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Museu Nacional. Rio de Janeiro. Editor: Sérgio Luiz Costa Bonecker. Série Livros 21. 2006.

Figueira, E. A. G. **Caracterização da Comunidade Macrobentônica dos Manguezais do Furo Grande, Bragança, Pará**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará. Bragança-PA. 2002. 110p.

Fried, K. D.; Ahrenholz, D. W. & Guthrie, J. F. Formation and seasonal evolution of Atlantic Menhaden juvenile nurseries in coastal estuaries. **Estuaries**, 19 (1): 105-114. 1996.

Gross, P. S. & Knowlton, R. E. Morphological variations among larval-postlarval intermediates produced by eyestalk ablation in the snapping shrimp *Alpheus heterochaelis* Say. **Biological Bulletin**, **202**: 43-52. 2002.

Holthuis, L. B. **A general revisión of the Palaemonidae (Crustacea, Decapda, Natantia) of the Americas**. II. The Subfamily Palaemoninae. Occ. Pap. Allan Hancock Fdn. Los Angeles (12). 1952. 1-396 p.

Kjerfve, B. & L. D. Lacerda. Mangroves of Brasil. pp. 245-272. In: **L.D. Lacerda (editor), Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions**. Part I—Latin America. ITTO/International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa, Japan, 1993. 272 p.

Knowlton, R. E. Larval development of the snapping shrimp *Alpheus heterochaelis* Say, reared in the laboratory. **Journal National History**, **7**: 273-306. 1973.

Krumme, U. & Liang, T. Tidal-induced changes in a copepod-dominated zooplankton community in a macrotidal mangrove channel in northern Brazil. **Zoological Studies**, **43** (2): 404-414. 2004.

Laegdsgaard, P. & Johnson, C. Why do juvenile fish utilise mangrove habitats? **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, **257**: 229-253. 2001.

Levinton, J. S. **Marine biology: function, biodiversity e ecology**. Oxford University Press. New York. 1995. 420p.

Lobão, V. L. **Camarão-da-malásia: larvicultura**. Ed. Embrapa- SPI. Brasília. 1997. 119p.

Magalhães, C. Desenvolvimento larval em laboratório de palaemonídeos da Região Amazônica. I. *Macrobrachium amazonicum* (Heler,1862) (Crustacea, Decapoda). **Amazoniana IX**, **2**: 247-274. 1985.

Magris, R. A. **Estrutura e dinâmica espaço-temporal das larvas de decapoda do estuário dos rios Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, Aracruz, ES**. Dissertação de Mestrado. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória-ES. 2005. 90p.

Margalef, R. Information theory in Ecology. **General Systems**, **3**: 36-71. 1958.

- Magalhães, A.; Leite, N. R.; Silva, J. G. S.; Pereira, L. C. C. & Costa, R. M. C. Seasonal variation in the copepod community structure from a tropical Amazon estuary , Northern Brasil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, **81** (2): 187-197. 2009.
- Marques, S. C.; Azeiteiro, U. M.; Marques, J. C.; Neto, J. M. & Pardal, M. A. Zooplankton and ichthyoplankton communities in a temperate estuary: spatial and temporal patterns. Oxford University Press. **Journal of Plankton Research**, **28** (3): 297-312. 2006.
- Martinelli, J. M. **Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Pará. Belém-PA. 2005. 174p.
- Martinelli, J. M. & Isaac, V. J. Biologia reprodutiva e recrutamento dos camarões *Farfantepenaeus subtilis* e *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) do estuário do rio Caeté, costa norte de Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2, Vitória, ES, Brasil**. 2005.
- Martinez-Iglesias, J. C.; Ríos, R. & Carvacho. A. Las especies del género *Alpheus* (Decapoda: Alpheidae) de Cuba. **Revista de Biología Tropical**, **44** (3)/**45** (1): 401-429. 1997.
- Martin, J. W. & Davis, G. E. An updated classification of the recent crustacean. Natural History Museum of Los Angeles County. **Science**. Series 39. 2001.
- Martins, T. G. & Calazans, D. K. Descrição morfológica e desenvolvimento da zoé I de *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Caridea, Hippolytidae) em laboratório. **Atlantica**, **25** (1): 67-73. 2003.
- Martins, A. A. V; Costa, R. A. M. & Pereira, L. C. C. Distribuição espaço-temporal da comunidade zooplanctônica de uma lagoa costeira artificial na região amazônica, Bragança, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 3, p. 103-111. 2006.
- McLusky, D. S. & Elliott, M. **The estuarine ecosystem: ecology, threats and management**. Oxford University Press. Third edition. New York, 2004. 208p.
- Mendonça, F. & Danni-Oliveira, I. M. Climatologia: **Noções Básicas e Climas do Brasil**. São Paulo-SP. Oficina de Textos, 2007. 206p.

Miranda, L.B.; Castro, B.M. & Kjerfve, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. Acadêmica; 42, 2002. 424p.

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

Moreira, G. S.; McNamara, J. C. & Moreira, P. S. The combined effects of temperature and salinity on the survival and moulting of early zoeae of *Macrobrachium holthuisi* (Decapoda: Palaemonidae). **Boletim de Fisiologia Animal**, Universidade de São Paulo, 3: 81-93. 1979.

Mucha, A. P. & Costa, M. H. Macrozoobenthic community structure in two Portuguese estuaries: relationship with organic enrichment and nutrient gradients. **Acta Oecologica**, **20** (4): 363-376. 1999.

Nakagaki, J. M.; Negreiros-Fransozo, M. L. & Fransozo, E. Composição e abundância de camarões marinhos (Crustácea, decapoda, penaeidea) na enseada de Ubatuba (SP), **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **38** (2): 583-591. 1995.

Negreiros-Fransozo, M. L.; Gonzáles-Gordillo, J. I. & Fransozo, A. First larval stage of *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Decapoda, Caridea, Hippolytidae) obtained in laboratory. **Nauplius**, **10** (1): 67-71. 2002.

Nevis, A. B. **Abundância mensal de *Lucifer faxoni*, Borradaile, 1995 (Crustacea: Decapoda) em função dos ciclos lunar e de maré no estuário do rio Caeté, Bragança, Pará, Brasil**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Pará. Belém-PA. 2003. 36p.

Oliveira, D. B & Martinelli, J. M. Composição das larvas de crustáceos decápodos do estuário do rio Curuçá, litoral norte do Brasil, em função do ciclo nictemeral. In: **Congresso Brasileiro de Oceanografia**, **2**, Vitória, ES, Brasil. 2005.

Pereira & Soares-Gomes. **Biologia Marinha**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2002. 382p.

Pereira, G. A. S & Garcia, J. V. D. Larval development of *Macrobrachium reyesi* Pereira (Decapoda: Palaemonidae), with a discussion on the origin of abbreviated development in palaemonids. **Journal of Crustacean Biology**, **15** (1): 117-133. 1995.

Pielou, E. C. **Na introduction to Mathematical Ecology**. New York: Wiley-Interscience, 1969. 286p.

Pinheiro, S. C. C.; Pereira, L. C. C.; Carmona, P. A.; Leite, N. R.; Costa, R. M. & Guimarães, D. O. Estudo da distribuição, diversidade e densidade populacional do zooplâncton em uma vila de pescadores, nordeste paraense – Brasil. **In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2**, Vitória, ES, Brasil. 2005.

Pinto Marques, A. da S. **Composição e abundância das larvas de camarão em um canal-de-maré do litoral amazônico, Pará, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará. Belém-PA. 2006. 37p.

Pires, M. A. B; Abrunhosa, F. A. & Maciel, C. R. Early larval development in the laboratory of *Alpheus estuariensis* (Crustacea: Caridea) from the Amazon Region. **Revista Brasileira de Zoologia, 25** (2): 199-205. 2008.

Pohle, G.; Mantelatto, F. L. M.; Negreiros-Fransozo, M. L. & Fransozo, A. Larval Decapoda (Brachyura). **In: South Atlantic Zooplankton.** Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 1999. p.1281–1351.

Quadros, M.; Araújo, J.; Bastos, S.; Duarte, F.; Guerreiro-Diniz C.; Santos, L.; Queiroz, L.; Silva, G.; Vieira, S.; Sampaio, I. & Maciel, C. Estudo da biologia reprodutiva do camarão canela *Macrobrachium acanthurus* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no estuário do rio Caeté, Bragança-PA. **VI Workshop ECOLAB**, Belém-PA. 2002.

Quadros, M. L. A.; Maciel, C.; Bastos, S. & Sampaio, I. Reprodução do camarão canela-*Macrobrachium acanthurus* em condições controladas de laboratório e montagem de um atlas para identificação de estágios larvais. **VI Workshop ECOLAB**, Belém-PA. 2004.

Ré, P. **Biologia Marinha.** Universidade de Aveiro. Lisboa. Portugal. 2000. 94p.

Ruppert, E. E & Barnes, R. D. **Zoologia dos Invertebrados.** 6ª edição. São Paulo-São Paulo-Roca. 1996. 1029p.

Saint-Brisson, Solange C. de. Noções de Biologia e Ecologia dos camarões Peneídeos. **In Saint-Brisson, Solange C. de. Cultivo de Camarões Marinhos.** Ed. illustration info & graph. Rio de Janeiro. 1999. p. 5–46.

Silva, K. C. A.; Souza, R. A. L.; Cintra, I. H. A. & Garrido, P. A. M. Espécies de camarões capturadas em áreas estuarinas no município de Vigia-Pará-Brasil. **VI Workshop ECOLAB**, Belém-PA. 2002.

Sistema de Informações Hidrometeorológicas do Estado do Pará– Núcleo de Hidrometeorologia–Sectam). Disponível em: <http://www.para30graus.pa.gov.br/meteorologia.htm>. Acesso em: 15 de abril de 2009.

Santana, D. S. **Composição florística e variação espaço-temporal dos parâmetros ambientais e da biomassa fitoplanctônica do estuário do Rio Marapanim (Pará, Brasil)**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará. Bragança-PA. 2004. 113p.

Shannon, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, **27**: 379-423. 1948.

STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). 2004.

Sterza, J. M. & Fernandes, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brasil). Characterization during estuarine a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, **54** (2-3): 95-105. 2006.

Thatje, S. & Bacardit, R. Two zoeal stages of *Betaeus truncathus* (Dana, 1852) (Decapoda: Caridea: Alpheidae) from Argentine coastal waters. **Anales Instituto Patagonia. Serie Cs. Nat. (Chile)**, **29**: 95-104. 2001.

Troost, D. G. The Sergestid shrimp *Lucifer* in the 1970 cicar plankton samples taken by H.M.S. “Luymes”, with notes on the Amazon River as nutrient source. **Bulletin Zoologisch Museum, Amsterdam**, **4** (24). 1975.

Tuncok, I. K. & Mays, L. W. Feedback method of control for estuary management. **Water Resources Management**, **13**: 31-334. 1999.

Yang, H. J. & Kim, C. H. Early zoeas of *Athanas parvus* De Man, 1910 (Decapoda: Caridea: Alpheidae) reared in the laboratory. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, **116** (3): 710-718. 2003.