



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



VALDIMERE FERREIRA

**BIODIVERSIDADE E VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ABUNDÂNCIA DAS
POPULAÇÕES DE CAMARÕES E ESTRUTURA POPULACIONAL DE
Farfantepenaeus subtilis (Pérez-Farfante, 1967) (PENAEIDAE) EM UM ESTUÁRIO
DO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO**

Belém, Pará

2013



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



VALDIMERE FERREIRA

**BIODIVERSIDADE E VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ABUNDÂNCIA DAS
POPULAÇÕES DE CAMARÕES E ESTRUTURA POPULACIONAL DE
Farfantepenaeus subtilis (Pérez-Farfante, 1967) (PENAEIDAE) EM UM ESTUÁRIO
DO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos. Instituto de Ciências Biológicas – UFPA.

Belém, Pará

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Ferreira, Valdimere, 1980-

Biodiversidade e variação espaço-temporal da abundância das populações de camarões e estrutura populacional de *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) (Penaeidae) em um estuário do litoral amazônico brasileiro / Valdimere Ferreira. - 2013.

Orientadora: Jussara Moretto Martinelli Lemos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2013.

1. Penaeidae. 2. Camarão Brasil, Norte. 3. Biodiversidade. 4. Ecologia dos estuários. 5. Decápode (Crustáceo). I. Título.

CDD 22. ed. 595.384


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

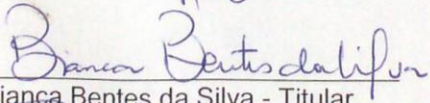
Biodiversidade e distribuição espaço-temporal das populações de camarões no Estuário de Marapanim, litoral amazônico brasileiro e estrutura populacional de *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) (Penaeidae)

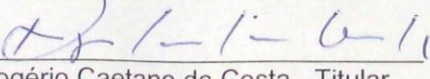
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

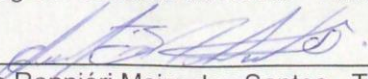
Área de Concentração: Recursos Pesqueiros da Amazônia

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra.  Jussara Moretto Martinelli-Lemos
Orientador

Profa. Dra.  Bianca Bentes da Silva - Titular

Prof. Dr.  Rogério Caetano da Costa - Titular

Prof. Dr.  Cléverson Ranniéri Meira dos Santos - Titular

Prof. Dr. _____
Fernando Araújo Abrunhosa - Suplente

Apresentado em: 22/04/2013

Conceito: EXCELENTE



Aos meus pais-pescadores
Lucia e José Lucas e à
inesquecível Ilha de Peru, os quais
me proporcionaram pescar em
outros mares !!!

AGRADECIMENTOS

Minha eterna Gratidão a TODOS que fazem parte desta história e conquista...

A você Meu Deus e Senhor, "Bendito sejas na minha vida, sempre" e à minha Mãezinha do céu, que intercede por esta filha!

À minha amada Família: aos meus pais Lucia e José Lucas, Irmãos, Sobrinhos, Cunhados, Primos e Tios pelas orações, abraços e companheirismo. Compreensíveis com a minha ausência, mas sempre presentes na minha vida.

À minha orientadora Jussara Lemos pela disponibilidade e competência. Obrigada pelo acolhimento em seu laboratório, permitindo a conquista de um dos grandes objetivos da minha vida.

Aos meus Amigos que sempre torceram por mim. Aos integrantes do GPECA, em especial à Priscila, Andréia, Carol, Dani Cavalcante, Dani Brito, Miani e Bianca pela companhia e disponibilidade em me ajudar e por terem aceitado esta nova GPECA e também as pessoas que realizaram as coletas e/ou processaram as amostras deste projeto. Ao Yuri, Keila, Bárbara, Esther, Sheila, Cris, Paulo e Sarita pelo auxílio e amizade. À Naty pelo cuidado e carinho, além do seu maravilhoso cafezinho.

Aos meus amigos Aline, Celly, Carol, Dany, Ana Paula, Fidellis, Marllen, Fabíola, Marcelo e Rafael pela amizade e experiências compartilhadas. Aos Professores do PPGEAP e colaboradores que contribuíram para a minha formação acadêmica. Ao seu Orino pela disponibilidade em me ajudar a entender e atender a burocracia acadêmica.

Ao CNPq (Processo 132174/2011-1), PPGEAP e à UFPA pelo apoio logístico e financeiro fornecidos para a realização desta pesquisa e à Banca Avaliadora pela disponibilidade em contribuir para o melhoramento deste trabalho.

Aos professores Rogério Costa (UNESP) e Alexandre Almeida (UESC) pela identificação de alguns espécimes. À Dra. Keila Mourão, MSc. Eduardo Alencar (UFRN) e MSc. Daiane Aviz (UFPA) por ajudar a esclarecer minhas dúvidas sobre alguns softwares e análises.

GRATIDÃO

A **GRATIDÃO** é a mais agradável das virtudes; não é, no entanto, a mais fácil.

A **GRATIDÃO** é um mistério, não pelo prazer que temos com ela, mas pelo obstáculo que com ela vencemos.

A **GRATIDÃO** não nos tira nada, ela é dom em troca, mas sem perda e quase sem objeto.

A **GRATIDÃO** nada tem a dar, além do prazer de ter recebido.

A **GRATIDÃO** é **ALEGRIA**, a **GRATIDÃO** é **AMOR**.

É por isso que ela se aproxima da **CARIDADE**, que seria uma **GRATIDÃO** incoativa, uma **GRATIDÃO** sem causa, uma **GRATIDÃO** incondicional. **ALEGRIA** somado a **ALEGRIA**: **AMOR** somado a **AMOR**.

A **GRATIDÃO** é nisso o segredo da **AMIZADE**, não pelo sentimento de uma dívida, pois nada se deve aos amigos, mas por superabundância de alegria comum, de alegria recíproca, de alegria partilhada.

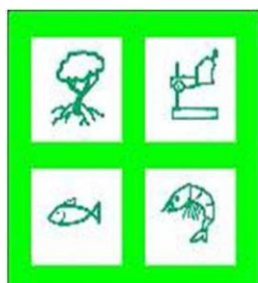
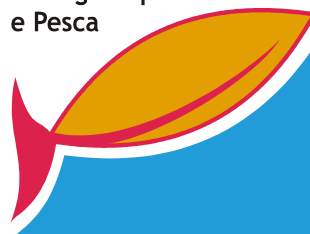
A **AMIZADE** conduz sua dança ao redor do mundo, dizia Epicuro, nos convidando a despertar para dar graças. Obrigado por existir, dizem um ao outro, e ao mundo, e ao universo. Essa **GRATIDÃO** é de fato uma virtude, pois é a **FELICIDADE** de amar, e a única.

André Comte-Sponville

APOIO



Programa de pós-graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



Laboratório de Biologia Pesqueira
e Manejo dos Recursos Aquáticos



FONTE FINANCIADORA



Projeto CT-Amazônia
BIODECA

RESUMO

Este estudo investigou a biodiversidade e a distribuição espaço-temporal da abundância das populações de camarões e descreveu a estrutura populacional de *Farfantepenaeus subtilis* em um estuário amazônico. Os camarões foram coletados mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007 nos períodos chuvoso (janeiro a junho) e seco (julho a dezembro) com arrasto-de-fundo e arrasto-de-praia nos setores Médio-Superior (MS), Médio (M) e Inferior (I). Em cada setor dois locais foram amostrados, nos quais dois arrastos de fundo de cinco minutos cada e, três arrastos praias de 150 m² cada um foram realizados. As variáveis: temperatura, pH e salinidade da água e granulometria e matéria orgânica do sedimento foram analisadas. Para cada camarão foram anotados os Comprimentos Total (CT) e do Cefalotórax (CC), peso total, sexo e estágio de maturação gonadal. A salinidade diferiu significativamente entre os setores I e MS ($p < 0,05$) e o M apresentou baixo teor de matéria orgânica. Em todos os setores os grãos arenosos foram predominantes no substrato, destacando-se a areia fina no setor M. Foram coletados 11.939 camarões, distribuídos em doze espécies e seis famílias. Palaemonidae e Penaeidae tiveram maior riqueza com cinco e três espécies, respectivamente. Penaeidae, Sergestidae e Palaemonidae apresentaram maior abundância, com *Xiphopenaeus kroyeri*, *F. subtilis*, *Acetes marinus* e *Nematopalaemon schmitti*, contribuindo com 43, 31, 21 e 1,3% do total capturado, respectivamente. As espécies *F. subtilis*, *X. kroyeri* e *Litopenaeus schmitti* contribuíram com 97% da biomassa total. A densidade e a biomassa de *F. subtilis* diferiram entre o chuvoso e seco ($p < 0,05$), sendo maior no chuvoso. No chuvoso, a densidade de *X. kroyeri* foi mais elevada nos setores M e I e no seco nos setores MS e M, com maior biomassa no I em ambos períodos sazonais. A densidade e a biomassa de *A. marinus* foi elevada no setor I ($p < 0,05$). A salinidade, areia, silte e argila influenciaram significativamente a distribuição espaço-temporal da abundância dos camarões ($p < 0,05$). O CC das fêmeas de *F. subtilis* foi superior aos machos com 13,7 mm e 12,8 mm, respectivamente, e diferiu em março ($p < 0,05$). As fêmeas foram mais abundantes e a razão sexual foi de 0,8:1 com destaque para janeiro, fevereiro, maio e o total analisado ($p < 0,05$). Camarões desenvolvidos ocorreram no chuvoso e a abundância de juvenis foi maior de janeiro a junho quando ocorre o pico mais intenso de desova em mar aberto.

Palavras-chave: camarões, diversidade, ecologia, recrutamento, Amazônia.

ABSTRACT

This study investigated the biodiversity and spatial-temporal distribution of abundance of populations of shrimp and described the population structure of the *Farfantepenaeus subtilis* in an Amazonian Estuary. The shrimps were collected monthly from August 2006 to July 2007 in the rainy (January to June) and dry (July to December) season with bottom trawling and beach seine in the Middle-Upper (MU), Medium (M) and Low (L) sectors. In each sector two sites were sampled, of which two bottom trawling five minutes each and three beach seine of 150 m² each were performed. The variables: temperature, pH and salinity of water and grain size and organic matter of the sediment were analyzed. For each shrimp were recorded the length Total - CT and cephalothorax - CC, total weight, sex and stage of gonadal maturation. The salinity differ between sectors I and MS ($p < 0.05$) and M showed low organic matter content. The salinity differ significantly among sectors I and MS ($p < 0.05$) and M showed low organic matter content. In all sectors the sand grains were prevalent on substrate, especially the fine sand in sector M. A total of 11,939 shrimps were collected, divided into twelve species and six families. Palaemonidae and Penaeidae had higher richness with five and three species, respectively. Penaeidae, Sergestidae and Palaemonidae had higher abundance, with *Xiphopenaeus kroyeri*, *F. subtilis*, *Acetes marinus* and *Nematopalaemon schmitti*, contributing 43, 31, 21 and 1.3% of the total catch, respectively. The species *F. subtilis*, *X. kroyeri* and *Litopenaeus schmitti* contributed 97% of the total biomass. The density and biomass from *F. subtilis* differ between the rainy and dry seasons ($p < 0.05$) being higher in rainy season. In the rainy season, the density of *X. kroyeri* was higher in sectors M and I and dry season in sectors MS and M with higher biomass in sector I in both seasons. The density and biomass *A. marinus* was high in sector I ($p < 0.05$). The salinity, sand, silt and clay significantly influenced the spatial and temporal distribution of abundance of shrimps ($p < 0.05$). The CC of female *F. subtilis* was higher than males with 13.7 mm and 12.8 mm, respectively and differed in March ($p < 0.05$). Females were more abundant and sex ratio was 0.8:1 especially in January, February, May and the total analysis ($p < 0.05$). Developed shrimps occurred in rainy and abundance of juveniles was higher from January to June when it occurs the most intense peak spawning in the open sea.

Key words: shrimps, diversity, ecology, recruitment, Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo Geral

Figura 1 - Precipitação média para o estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	17
Figura 2 - Representação esquemática da morfologia externa do camarão.....	19
Figura 3 - Mapa do Estuário de Marapanim e os setores amostrados.....	27
Figura 4 - Representação gráfica da rede utilizada nas coletas de camarões no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	29
Figura 5 - Rede de arrasto-de-fundo utilizada no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	29
Figura 6 - Representação gráfica da rede puçá de arrasto utilizada nas coletas de camarões no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	30
Figura 7 - Arrasto de camarões com rede puçá no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	30
Figura 8 - Imagens do refratômetro, analisador multiparâmetro e pegador de fundo <i>van Veen</i> utilizados na coleta de dados ambientais no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	31
Figura 9 - Imagens do paquímetro eletrônico digital e balança digital utilizados, respectivamente, para medida e pesagem dos indivíduos coletados no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	31
Figura 10 - Desenho esquemático das medidas efetuadas nos camarões coletados no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	32
Figura 11 - Imagens da estufa, agitador de grãos e balança analítica utilizados para separação das frações do sedimento coletado no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	34
Figura 12 - Imagens da estufa, mufla e balança analítica utilizadas no processamento da matéria orgânica do sedimento coletado no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.....	34

Capítulo I

Figura 1 - Mapa do Estuário de Marapanim indicando os setores de coleta.....	40
Figura 2 - Temperatura, salinidade, pH e profundidade da coluna d'água, matéria orgânica e diâmetro dos grãos do sedimento dos setores amostrados no Estuário de Marapanim.....	43
Figura 3 - Número total de espécies, densidade e biomassa de camarões dos setores do Estuário de Marapanim, Amazônia, Brasil.....	45
Figura 4 - Densidade e biomassa de <i>Nematopalaemon schmitti</i> , <i>Farfantepenaeus subtilis</i> , <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> e <i>Acetes marinus</i> nos três setores do Estuário de Marapanim, Amazônia, Brasil.....	47
Figura 5 - Diagrama de ordenação RDA baseado na densidade das espécies com as variáveis ambientais representadas pelos vetores.....	48

Capítulo II

Figura 1 - Estuário de Marapanim e os setores amostrados.....	64
Figura 2 - Valores médios de temperatura, salinidade e pH da água superficial, profundidade da coluna d'água, teor de matéria orgânica e diâmetro dos grãos no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007.....	66
Figura 3 - Proporção de <i>Farfantepenaeus subtilis</i> nos setores do Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007 em relação aos sexos.....	69
Figura 4 - Proporção mensal de <i>Farfantepenaeus subtilis</i> no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007 em relação aos sexos.....	70
Figura 5 - Distribuição da frequência por classe de comprimento (comprimento do cefalotórax) de <i>Farfantepenaeus subtilis</i> nos setores amostrados no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007.....	71
Figura 6 - Distribuição da frequência por classe de comprimento (comprimento do cefalotórax) de <i>Farfantepenaeus subtilis</i> nos meses amostrados no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007.....	72

SUMÁRIO

Capítulo Geral

PROBLEMÁTICA ABORDADA	14
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 CAMARÕES	18
1.2 FAMÍLIAS	20
1.2.1 Alpheidae Rafinesque, 1815	20
1.2.2 Hippolytidae Dana, 1852	20
1.2.3 Palaemonidae Rafinesque, 1815	20
1.2.4 Penaeidae Rafinesque, 1815	22
1.2.5 Sicyoniidae Ortmann, 1898	24
1.2.6 Sergestidae Dana, 1852	25
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 GERAL	25
2.2 ESPECÍFICOS	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 ÁREA DE ESTUDO	26
3.2 PROCEDIMENTO EM CAMPO	27
3.2.1 Coleta de dados biológicos	28
3.2.2 Coleta das variáveis ambientais	30
3.3 PROCEDIMENTO EM LABORATÓRIO	31
3.3.1 Dados biológicos	31
3.3.2 Sedimento	33
4 PRODUTOS	34

Capítulo I: **Biodiversidade e variação espaço-temporal da abundância das populações de camarões Caridea e Dendrobranchiata (Decapoda) em um estuário amazônico brasileiro**

1 INTRODUÇÃO	38
2 MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 ÁREA DE ESTUDO	39
2.2 AMOSTRAGEM	40

2.3	ANÁLISE DOS DADOS	41
3	RESULTADOS	42
3.1	VARIÁVEIS AMBIENTAIS	42
3.2	CAMARÕES	43
4	DISCUSSÃO	48
4.1	VARIÁVEIS AMBIENTAIS	48
4.2	CAMARÕES E VARIÁVEIS AMBIENTAIS	49
	AGRADECIMENTOS	52
	REFERÊNCIAS	52

Capítulo II: O estuário amazônico é realmente uma área-berçário para o camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) (Penaeidae)?

1	INTRODUÇÃO	61
2	MATERIAL E MÉTODOS	61
2.1	COLETA E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS	61
2.2	ANÁLISE DOS DADOS	62
3	RESULTADOS	64
4	DISCUSSÃO	73
	AGRADECIMENTOS	76
	REFERÊNCIAS	76
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERÊNCIAS (Capítulo Geral)	82
	ANEXOS	94

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A dissertação foi elaborada no formato de artigos em conformidade com o Art. 66. do Regimento Geral do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, resolução nº 4.094/2011 compreendendo o Capítulo Geral e os Capítulos 1 e 2. A dissertação foi composta pela Introdução, Objetivos, Metodologia, Produtos (artigos científicos), Considerações finais e Referências, de acordo com o Art. 66 § 3º e as normas vigentes da Biblioteca Central da UFPA.

Os artigos foram elaborados de acordo com as normas das revistas às quais serão submetidos e a distinção dos artigos se deu da seguinte forma:

Capítulo 1: A abundância dos camarões foi correlacionada às variáveis ambientais (temperatura, salinidade e pH da água, profundidade da coluna d'água granulometria e matéria orgânica do sedimento) com o intuito de explicar qual ou quais variáveis influenciam significativamente a distribuição espaço-temporal das populações destes crustáceos no Estuário de Marapanim (PA), Amazônia brasileira, dados inéditos na literatura.

Capítulo 2: A estrutura populacional de *Farfantepenaeus subtilis* (camarão-rosa do norte do Brasil) foi determinada calculando-se a razão sexual, a distribuição de frequência em classes de tamanho e estimando-se o período de recrutamento de juvenis ao Estuário de Marapanim (PA), dados inéditos na literatura.

PROBLEMÁTICA ABORDADA

É amplamente conhecido na literatura mundial que a distribuição espaço-temporal das populações de camarões nos estuários é influenciada por variáveis ambientais como a temperatura, salinidade e pH da água, profundidade da coluna d'água, matéria orgânica e granulometria do sedimento, sendo este ecossistema um ambiente favorável ao desenvolvimento de camarões marinhos, estuarinos e dulcícolas, em que muitas espécies o utilizam como berçário natural. Além disso, espécies comercializadas e altamente rentáveis tais como o camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) na região norte brasileira tem a captura regulamentada com períodos de proibição da pesca (defeso). Assim, pretende-se investigar estas populações naturais enquanto ocupam o estuário de Marapanim, Pará, para saber qual a biodiversidade presente neste local e se ele é efetivamente uma área de berçário, assim como atestar se o período de defeso estabelecido para a espécie é adequado.

Capítulo Geral

O Capítulo Geral foi elaborado segundo as normas da Biblioteca Central da Universidade Federal do Pará, disponíveis no endereço abaixo:

<http://bc.ufpa.br/site>

1 INTRODUÇÃO

Os estuários destacam-se como um dos mais produtivos e valiosos ecossistemas aquáticos da Terra (Costanza et al., 1997; Heip et al., 2005), caracterizados por grande variabilidade na salinidade da água e pela instabilidade das variáveis ambientais que nele atuam (Silva, 2000). A alta produtividade é causada, principalmente, pela elevada concentração de nutrientes na coluna d'água e no sedimento (McLusky e Elliott, 2004) que são incorporados às cadeias tróficas da região costeira e da plataforma continental adjacentes (Silva, 1998). Considerados como principais vias para o transporte de nutrientes e matéria orgânica para a zona costeira (Amann et al., 2012), os estuários podem ser divididos em: a) Estuário Inferior ou Marinho, com conexão livre ao mar aberto; b) Estuário Médio, sujeito à forte mistura de águas salgada e doce; c) Estuário Superior ou Fluvial, caracterizado pela presença de água doce, mas sujeito à ação diária das marés (Fairbridge, 1980).

Os estuários ocupam 25% do litoral tropical, margeados por manguezais que abrangem uma área de 181.077 km² (Spalding et al., 1997). O litoral brasileiro apresenta 9.500 km de extensão (Knoppers et al., 2002) com uma área de manguezal de 13.400 km², a segunda maior do mundo, que se estende desde o Amapá até Santa Catarina (Spalding et al., 1997). A região costeira amazônica com aproximadamente 2.500 km de extensão (Isaac e Barthem, 1995), abriga mais de 70% da área de mangue do Brasil, cerca de 9.891 km² (Mendes, 2005) e os seus manguezais podem exportar matéria orgânica em quantidades equivalentes aos rios existentes nessa região (Dittmar e Lara, 2001). Os rios Amazonas e Tocantins formam o grande Estuário Amazônico, localizado nos estados do Amapá e Pará (Oliveira et al., 2007), considerado uma área de “berçário” por abrigar e alimentar juvenis de diversas espécies de peixes e crustáceos (Barthem, 1985).

A costa do nordeste paraense, inserida no Estuário Amazônico, com cerca de 600 km de extensão (Souza Filho e El-Robrini, 1996), abriga uma área de manguezal de 2.176,78 km². Apresenta um relevo baixo (0 a 80 m), ampla planície costeira com até 70 km de largura e extensa plataforma continental adjacente com 200 km de largura (Souza Filho, 2005). Com uma configuração extremamente recortada, a costa paraense é formada por vários estuários, entre eles o Estuário de Marapanim. Este estuário está submetido a pronunciada periodicidade pluviométrica

(Camargo e Isaac, 2001) (Figura 1) caracterizando dois períodos distintos - chuvoso e seco (Egler e Schwassmann, 1962; Moraes et al., 2005) e a macromarés semi-diurnas, com amplitude superior a 5 m (DHN, 2012; Berrêdo et al., 2008a).

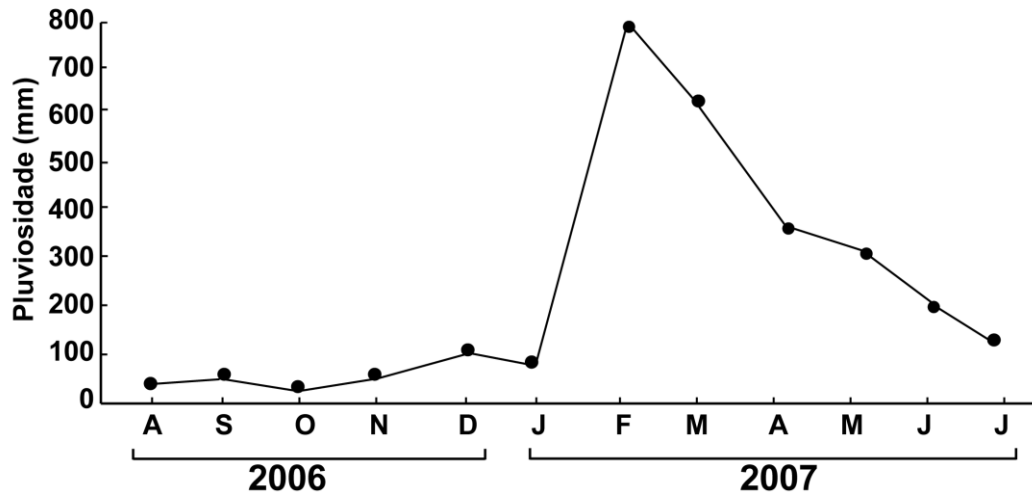


Figura 1 - Precipitação média para o estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. Fonte: ANA (2007).

O Estuário de Marapanim, pertencente ao Município de Marapanim, é parte integrante da Reserva Extrativista de Maracanã (Brasil, 2002). Inserido na Mesorregião Nordeste Paraense e Microrregião Salgado (Pará, 2011) é limitado ao norte pela planície costeira onde os processos marinhos são dominantes (Silva et al., 2009). Possui uma área de manguezal de 130 km² (Costa Neto et al., 2000) composta por *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Spartina brasiliensis* na zona de sedimento lamoso e *Laguncularia racemosa* em terreno siltoso (Berrêdo et al., 2008b; Sales et al., 2009). O Estuário de Marapanim apresenta ligação direta com as águas oceânicas do Atlântico situado no centro de grandes sistemas de circulação atmosférica e oceânica. Juntamente com a descarga hídrica e sedimentar do Rio Amazonas, tais sistemas exercem influência direta na dinâmica costeira (Prost, 1997), sendo importante hábitat para o fitoplâncton (Santana et al., 2010), peixes (Santos, 2008) e crustáceos (Marques, 2009; Oliveira et al., 2012; Silva e Martinelli-Lemos, 2012).

A alta densidade de camarões no estuário o torna um dos principais recursos pesqueiros (McLusky e Elliott, 2004) e o conhecimento biológico das espécies, como por exemplo, a época reprodutiva, contribui para a gestão destes recursos (Mérona, 1995; Dias Neto, 2011). Entre os crustáceos, as espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação foram por muitos anos objeto de pesca intensiva,

verificando-se uma contínua diminuição dos estoques e redução do tamanho dos espécimes de crustáceos, entre eles o camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). No Município de Marapanim, a pesca está entre as principais atividades econômicas, destacando-se o extrativismo do camarão (Oliveira, 2010).

Informações do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) indicam que a produção de pescado no Brasil atingiu 1.240.813 t em 2009 destacando-se as regiões Nordeste com 34% (415.723 t), Sul com 25% (308.647 t) e Norte com 21% (265.775 t). Na produção extrativa marinha, os crustáceos corresponderam a 10% (60.475 t) sendo *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), *F. subtilis* e *F. brasiliensis* (Latreille, 1817) correspondentes a 10.841 t e *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) a 4.316 t. O camarão-rosa está entre os crustáceos de maior cotação no mercado internacional acompanhado do camarão-sete-barbas e da lagosta (MPA, 2010). Em 2009, a exportação de pescado brasileiro somou US\$ 169 milhões, destacando-se as vendas de crustáceos com US\$ 82 milhões (8.000 t), que representaram 49% do total exportado. Para a Região Norte, o Estado do Pará destacou-se como o principal produtor de pescado em 2009, contribuindo com 138.050 t, sendo 92.047 t referentes à pesca extrativa marinha (MPA, 2010). A pesca de camarões na costa norte do Brasil é feita em um dos principais bancos camaroneiros mundiais, que se estende desde a costa do Maranhão até a Guiana (Isaac et al., 1992; Dias Neto, 2011), sendo importante fonte de subsistência para muitas famílias e algumas espécies apresentam elevado valor comercial (Yáñez-Arancibia, 1986; Gillett, 2008).

1.1 CAMARÕES

Os camarões são crustáceos decápodes representativos das comunidades bentônicas e pelágicas estuarinas e contribuem para o tamanho, complexidade e funcionamento dos ecossistemas tropicais (Hendrickx, 1995). Este recurso pesqueiro constitui um grupo bem diversificado, habitando diferentes tipos de substratos como rochas, areia, lama e fragmento de conchas (Carpenter, 2002). Os camarões tem o corpo dividido em duas regiões: o cefalotórax e o abdome. A maioria apresenta um rostro proeminente com dentes dorsais e alguns gêneros com dentes na região ventral. Os olhos são pedunculados e no cefalotórax estão

localizados um par de antenas, um par de antênulas, um par de mandíbula, um par de maxila e um par de maxílula. O cefalotórax possui três pares de maxilípedes e cinco pares de pereiópodes. Os cinco primeiros somitos abdominais apresentam apêndices (pleópodes) especializados para a natação que no sexto somito estão modificados em um par de urópode, tendo o abdome um télson terminal (Figura 2). Nos machos, os endópodes do primeiro pleópode são modificados em órgão tubular - o petasma, e nas fêmeas, os receptáculos seminais formam o téllico. Este órgão sexual varia de depressões abertas a pares de bolsas, localizado próximo à base do quarto par de pereiópodes (D’Incao, 1999).

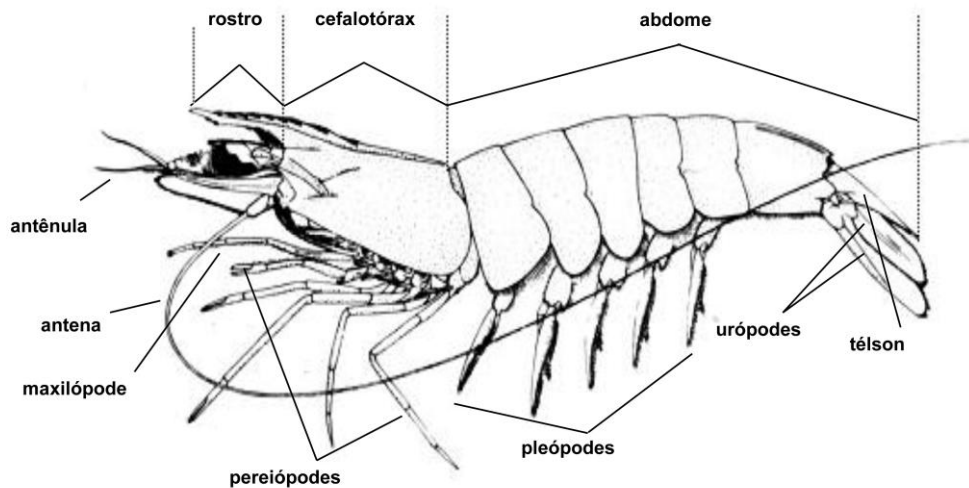


Figura 2 - Representação esquemática da morfologia externa do camarão. Modificado de Cervigón et al. (1992).

Pertencentes à Ordem Decapoda, os camarões estão distribuídos principalmente nas famílias da Sub-Ordem Dendrobranchiata e na Infra-Ordem Caridea (Costa et al., 2003; De Grave e Fransen, 2011) (Quadro 1, Anexo). Mundialmente foram descritas 530 espécies, 69 gêneros e 7 famílias de Dendrobranchiata enquanto os carídeos compõem 3.403 espécies, 386 gêneros e 35 famílias (Ahyong et al., 2011). Alguns Dendrobranchiata, entre eles os penaeídeos, liberam seus ovos no mar e na fase larval adentram os estuários onde se desenvolvem e quando juvenis retornam ao mar dando continuidade ao ciclo reprodutivo (Neal e Maris, 1985; D’Incao, 1999). As fêmeas de camarão carídeo carregam seus ovos nos pleópodes de cinco a seis meses (Neal e Maris, 1985), podendo se reproduzir em áreas marinha, costeira, estuarina ou doce.

1.2 FAMÍLIAS E ESPÉCIES

1.2.1 Alpheidae Rafinesque, 1815

A Família Alpheidae é formada por 47 gêneros e 659 espécies (Ahyong et al., 2011). Na costa Atlântica dos Estados Unidos à Argentina foram registradas 41 espécies do gênero *Alpheus* (Anker, 2013) e 23 no litoral brasileiro (Christoffersen, 1998), entre elas *Alpheus pontederiae* Christoffersen, 1984 (Anexo 1). Restrito ao ambiente estuarino, esta espécie habita substratos arenoso e lamoso, em profundidades inferiores a 22 m (Christoffersen, 1984).

1.2.2 Hippolytidae Dana, 1852

A Família Hippolytidae é composta por 37 gêneros e 336 espécies (Ahyong et al., 2011), entre elas *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Anexo 1). Esta espécie apresenta hermafroditismo protândrico simultâneo, onde os indivíduos são inicialmente machos, posteriormente desenvolvem gônadas femininas, podendo-se reproduzir como macho e fêmea (Chacur e Negreiros-Fransozo, 1998; Laubenheimer e Rhyne, 2008; Braga et al., 2009; Baeza et al., 2010). Apresenta um processo reprodutivo contínuo com uma produção entre 434 e 52.015 ovos (Chacur e Negreiros-Fransozo, 1998; Carneiro, 2012) e o período larval de 76 dias (Baeza et al., 2010). Temperaturas elevadas e baixo teor de matéria orgânica influenciam positivamente a abundância de *E. oplophoroides* (Fransozo et al., 2005).

1.2.3 Palaemonidae Rafinesque, 1815

A Família Palaemonidae é composta por 137 gêneros e 967 espécies (Ahyong et al., 2011). Habita água doce e salobra e apresenta grande potencialidade para o cultivo (Buckup e Bond-Buckup, 1999) destacando-se algumas espécies do gênero *Macrobrachium*, principalmente *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). Os camarões *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), *Macrobrachium surinamicum* Holthuis, 1948 e *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) (Anexo 1) costumam ser registrados como fauna acompanhante da pesca de arrasto-de-fundo.

Macrobrachium amazonicum, também chamado de camarão-da-Amazônia, distribue-se da Venezuela à Argentina e no Equador e Peru (Melo, 2003). Habita lagos, reservatórios, planícies aluviais e rios nas regiões tropicais e subtropicais da América do Sul (Chaves e Magalhães, 1993). Muito utilizado como fonte alimentar,

apresenta elevada importância econômica (Moraes-Riodades e Valenti, 2001; Camargo et al., 2006; Freire e Silva, 2008; Oliveira et al., 2009) e alto potencial para a aquicultura (Kutty, 2005; New, 2005). Variáveis ambientais propiciam o aumento da abundância e a reprodução da espécie (Odinetz-Collart, 1991; Silva et al. 2002; Maciel e Valenti, 2009; Lucena-Frédou et al., 2010; Bentes et al., 2011). O desenvolvimento ovocitário desta espécies foi descrito por Chaves e Magalhães (1993) com a produção de ovos variando entre 40 e 3.375 por fêmea (Lucena-Frédou et al., 2010). A espécie apresenta reprodução contínua com o valor de L_{50} estimado para machos e fêmeas em 54,4 e 55,75 mm, respectivamente (Bentes et al., submetido).

Macrobrachium acanthurus, comumente chamado de camarão-canela ou “regional” na região norte do Brasil, distribui-se dos EUA ao Brasil. Machos e fêmeas atingem o comprimento total máximo de 116 e 110 mm, respectivamente (Holthuis, 1980). Apresenta crescimento isométrico (Valenti et al., 1989) e o desenvolvimento larval completo ocorre a partir do 39° dia (Quadros et al., 2004). O aumento da temperatura influencia a concentração de nutrientes nos estágios de muda e maturação das fêmeas (Gastelú et al., 2011). Devido ao seu grande porte, altas taxas de fertilidade e fecundidade e fácil manipulação, *M. acanthurus* (Holthuis, 1980) possui relevante importância comercial e aquícola.

Macrobrachium rosenbergii é uma espécie nativa da região Indo-Pacífica (Paquistão, Vietnã, Filipinas, Nova Guiné e Austrália) com ocorrência em alguns estados brasileiros como o Pará (Barros e Silva, 1997, Silva-Oliveira et al., 2011), Espírito Santo (Valenti e New, 2000) e São Paulo (Bueno et al., 2001). Introduzida no Brasil para a aquicultura, é considerada a espécie de camarão-de-água-doce mais cultivada (Valenti e Moraes-Riodades, 2004). Machos e fêmeas atingem comprimento máximo de 320 e 250 mm, respectivamente (Holthuis, 1980). Dependendo do tamanho das fêmeas, a produção de ovos varia de 80 mil a 100 mil, que os carregam por aproximadamente três semanas (New, 2002). As larvas somente se desenvolvem em águas salobras (New, 2002) e a densidade populacional influencia o crescimento dos indivíduos devido as interações intra-específicas e a competição por espaço e alimento (Sampaio e Valenti, 1996).

Macrobrachium surinamicum distribue-se na Venezuela, Colômbia, Suriname, Guiana e Brasil (Amapá e Pará). Apresenta um tamanho máximo de 60 mm (Melo,

2003). A espécie apresenta crescimento alométrico positivo e o tamanho médio de primeira maturação difere entre os sexos, sendo para as fêmeas 5,47 mm e para os machos 8,85 mm e o seu período reprodutivo coincide com maior pluviosidade (Cavalcante, 2012).

Nematopalaemon schmitti distribui-se desde a costa da Venezuela até o Brasil, habitando profundidade de até 75 m (Holthuis, 1980). Apresenta desova, recrutamento e migração contínuos (Almeida et al., 2011; Carneiro, 2012). A distribuição espaço-temporal é favorecida por variáveis ambientais, tais como, temperatura, salinidade, granulometria e matéria orgânica (Fransozo et al., 2009; Carneiro, 2012; Almeida et al., 2012). No sudeste do Brasil, a espécie já apresenta um declínio devido a sobreexploração pesqueira, onde é capturada como fauna acompanhante na pesca de arrasto-de-fundo (Carneiro, 2012). Na Região Norte não existem estudos sobre esta espécie.

1.2.4 Penaeidae Rafinesque, 1815

A Família Penaeidae compreende 222 espécies (Ahyong et al., 2011) sendo 61 com registros no Brasil (Costa et al., 2000). Os penaeídeos estão entre os camarões marinhos costeiros de maior importância econômica da costa brasileira (Neal e Maris, 1985; Yáñez-Arancibia, 1986; Dias Neto, 2011), destacando-se as espécies consideradas como exploradas (MMA, 2004): *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967), *F. paulensis* (Pérez-Farfante, 1967), *F. brasiliensis* (Latreille, 1817), *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) e *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Anexo 1).

O camarão-rosa *F. subtilis* distribui-se desde a costa cubana ao Rio de Janeiro, ocorrendo em profundidade de até 190 m, sendo mais abundante até a isóbata de 90 m (Holthuis, 1980; D’Incao, 1995a; Zolessi e Philippi, 1995). O camarão-rosa frequenta diferentes habitats influenciados pela distância da costa ou pelo teor salino do ambiente. Apresenta desova contínua, onde ovos são liberados em águas profundas de mar aberto. Igualmente aos demais crustáceos, apresenta sucessivos processos de ecdise e estágios larvais (náuplio, protozoé e mísis) e juvenil (Boltovskoy, 1981) após os quais migra para a costa, adentrando os estuários onde encontra proteção e alimento para o seu desenvolvimento. Quando jovem, migra de volta ao mar aberto, dando continuidade ao seu ciclo de vida (Isaac et al., 1992; Martinelli, 2005). Os camarões *F. subtilis* são considerados juvenis quando o

rosto encontra-se completamente desenvolvido, porém com órgãos sexuais indiferenciáveis. Os estádios que antecedem o juvenil são considerados pelágicos e o juvenil e adulto, bentônicos. Os machos podem apresentar até 152 mm e as fêmeas podem chegar a 205 mm de comprimento total (Holthuis, 1980).

Na costa norte do Brasil, o camarão-rosa apresenta duas gerações anuais (março e setembro) porém as pós-larvas ocorrem nos estuários durante todo o ano (Isaac et al., 1992). O tamanho médio de primeira maturação para as fêmeas é de 135,5 mm com períodos de maturação, imaturação e repouso distintos (Cintra et al., 2004) e o peso médio está correlacionado positivamente à profundidade (Asano Filho et al., 2003). O aumento da abundância está relacionada ao substrato lamoso, menores temperaturas e maior concentração de clorofila-a (Martins, 2011).

No estuário bragantino, os camarões são pescados durante todo o ano, principalmente nos meses de setembro a dezembro, sendo importante fonte de proteína para as famílias ribeirinhas (Espírito Santo et al., 2005). Os camarões *F. subtilis* apresentam alometria positiva (Martinelli, 2005; Neves et al., 2011) e o recrutamento de juvenis neste estuário ocorre em janeiro e julho, permanecendo de seis (6) a oito (8) meses, quando migram para o alto mar (Martinelli, 2005). Em Curuçá, o camarão-rosa é mais abundante no período chuvoso (Carvalho et al., submetido), apresenta alometria positiva e tamanho médio do cefalotórax de 13,28 mm (Corrêa e Martinelli, 2009).

O gênero *Litopenaeus* era monoespecífico para o litoral brasileiro representado por *L. schmitti* até a ocorrência de *L. vannamei*, típica do Pacífico Americano, introduzida no país pela carcinicultura (Santos e Coelho, 2002; Pereira e Netto, 2007; Dias Neto, 2011). Conhecido como camarão-branco, *L. schmitti* distribui-se desde a costa cubana ao Rio Grande do Sul, sendo encontrado em profundidades que varia de 2 a 47 m, com maior abundância entre 15 e 30 m (Holthuis, 1980; Tavares, 2003). Apresenta reprodução contínua com dois picos reprodutivos, sendo um no inverno e outro no verão (Coelho e Santos, 1995; Santos et al., 2008; Gonçalves et al., 2009). O tamanho médio do cefalotórax de primeira maturação para as fêmeas variam de 15 a 27 mm (Martinelli, 2005; Santos et al., 2008) com quatro estágios gonadais bem definidos (Gonçalves et al., 2009; Machado et al., 2009). O camarão-branco tem um ciclo de vida curto estimado em 24 meses e desova em salinidade que varia de 15 a 36 com profundidade entre 14 e

27 m (Pérez-Farfante, 1970). Adentra os estuários como juvenil, retornando ao oceano após dois a três meses como recém-adulto (Chagas-Soares et al., 1995). Diversas variáveis ambientais contribuem para a abundância do camarão-branco (Santos et al., 2004; Santos et al., 2006; Santos et al., 2008; Santos e Costa, 2009), por exemplo, o aumento da temperatura (Costa et al., 2007; Capparelli et al., 2011) e a diminuição da salinidade (Costa et al., 2007). A espécie habita substrato lamoso e de areia fina (Silva et al., 2006; Vedolin et al., 2010) e com alto teor de matéria orgânica (Silva et al., 2006; Capparelli et al., 2011).

Também chamado de píticaia ou sete-barbas, *X.kroyeri* ocorre no Atlântico da costa dos Estados Unidos ao Rio Grande do Sul e no Pacífico, desde o México até o Peru. Pode ser encontrado em profundidades que variam de 2 a 25m (Costa et al., 2003; Simões et al., 2010) até profundidades de 70 m, com maior ocorrência em profundidades menores que 27m (Holthuis, 1980). O tamanho dos indivíduos apresenta uma relação inversa com a latitude (Bissaro et al., 2012) sendo o comprimento máximo para os adultos entre 70 mm e 140 mm (Holthuis, 1980). As fêmeas apresentam tamanho médio superior aos machos (Castro et al., 2005; Bissaro et al., 2012) tendo o tamanho de primeira maturação variando entre 12 e 18,1 mm de comprimento de cefalotórax (Santos e Ivo, 2000; Martinelli, 2005; Santos e Silva, 2008; Heckler, 2010). Os juvenis são mais abundantes na fase de lua nova (Martinelli, 2005) e durante o dia, sendo os maiores capturados à noite (Simões et al., 2010). Permanecem nos estuários cerca de seis (6) a oito (8) meses (Martinelli, 2005) e alimentam-se de isópodes, poliquetos, peixes e de outros camarões como o *Acetes americanus* (Branco, 2005).

1.2.5 Sicyoniidae Ortmann, 1898

A Família Sicyoniidae é representada exclusivamente pelo gênero *Sicyonia* com 52 espécies (De Grave e Fransen, 2011; Ahyong et al., 2011). Para a costa brasileira foram registradas seis espécies (D’Incao, 1995b), entre elas *Sicyonia dorsalis* (Kingsley, 1878) (Anexo 1). Esta espécie ocorre desde a Carolina do Norte até Santa Catarina (Pérez-Farfante, 1985; D’Incao, 1995b) em profundidade de 3 a 100 m (Pérez-Farfante, 1980), porém há ocorrência de 103 m para a costa do Amapá (D’Incao, 1995b). Os machos são atraídos pelas fêmeas por estímulos químicos e pela ecdise (Bauer, 1992; 1996). As fêmeas atingem a maturidade sexual com o comprimento do cefalotórax igual a 10,3 mm (Silvestre e Castilho, 2012).

Maior abundância está associada ao sedimento fino, baixas temperaturas e elevada salinidade (Castilho et al., 2008). Os sicionídeos não são espécies-alvo da pesca comercial brasileira devido ao seu tamanho reduzido e rigidez da carapaça (Castilho et al., 2008; Pralon, 2012), porém *S. dorsalis* é o camarão mais abundante da fauna acompanhante no sudeste do Brasil (Costa et al., 2005). Não existem estudos com esta espécie na costa norte do Brasil.

1.2.6 Sergestidae Dana, 1852

A Família Sergestidae compreende 12 gêneros com 101 espécies (Ahyong et al., 2011). O *Acetes marinus* Omori, 1975 (Anexo 1), denominado popularmente na Amazônia de aviú, distribui-se nas Guianas e no Brasil (Amapá, Pará e Tocantins), habitando águas salobras (Melo, 2003). Os camarões do gênero *Acetes* estão entre os menores crustáceos holoplanctônicos mas com relevante importância econômica na Ásia, África (Omori, 1975) e no Brasil. Os aviús representam importante fonte protéica para a população local residente na região tocantina (Assunção, 2007) e outras localidades da Região Norte. Além do consumo humano, desempenham papel importante na cadeia trófica como alimento para peixes e outros camarões (Omori, 1974; Branco, 2005; Fujimura et al., 2005). As fêmeas apresentam três estágios gonadais (Assunção, 2007), com o comprimento total de até 23 mm e os machos com 19 mm (Omori, 1975). Fêmeas de *A. americanus* também são maiores e mais abundantes do que os machos (Simões et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Descrever a biodiversidade, a variação espaço-temporal da densidade e da biomassa das populações de camarões e a estrutura populacional de *Farfantepenaeus subtilis* (Penaeidae) em um estuário amazônico.

2.2 ESPECÍFICOS

Capítulo 1

- Estimar a biodiversidade de camarões encontrada no Estuário de Marapanim (PA) em diferentes setores da região subtidal: Médio-Superior, Médio e Inferior.

- Estimar a abundância dos camarões (densidade e biomassa) em relação aos: a) períodos seco e chuvoso, b) setores Médio-Superior, Médio e Inferior, e correlacioná-la às variáveis ambientais (temperatura, pH e salinidade da água; granulometria e matéria orgânica do sedimento).

Capítulo 2

- Averiguar a época de recrutamento de juvenis e a frequência de *F. subtilis* no estuário verificando também a proporção sexual e a distribuição de frequência em classes de tamanho.
- Identificar os estádios gonadais existentes de *F. subtilis* em relação aos meses.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

As coletas foram realizadas no Estuário do Rio Marapanim (00°32'30"S/47°28'45"W e 00°52'30"S/47°45'00"W) (Figura 3), localizado na costa nordeste paraense, sob licença do IBAMA/MMA (Processo n° 02001.003954/01-16 de 12/12/2001). O litoral paraense se estende desde a foz do Rio Pará à foz do Rio Gurupi com 600 km de extensão (Souza Filho e El-Robrini, 1996).

A região apresenta clima tropical úmido, influenciado pela ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), com temperatura média em torno de 27 °C, alta umidade relativa do ar (aproximadamente 85%) e precipitações máximas de 3000 mm (Martorano et al., 1993). O principal rio do município é o Rio Marapanim, cuja bacia hidrográfica atravessa toda a cidade estendendo-se por outros municípios limítrofes, tomando a direção Sul-Norte, desaguando na Baía de Marapanim. Apresenta profundidade de 3 a 8 metros na maré baixa e de 5 a 10 metros na maré cheia (Pará, 2011). Durante o período seco, a corrente de maré adentra cerca de 62 km e no período chuvoso recua, penetrando 42 km no estuário. O gradiente de salinidade vertical é discreto, resultado da mistura da água continental e a ação das correntes, e horizontalmente, o gradiente salino aumenta em direção à costa (Silva, 2006).

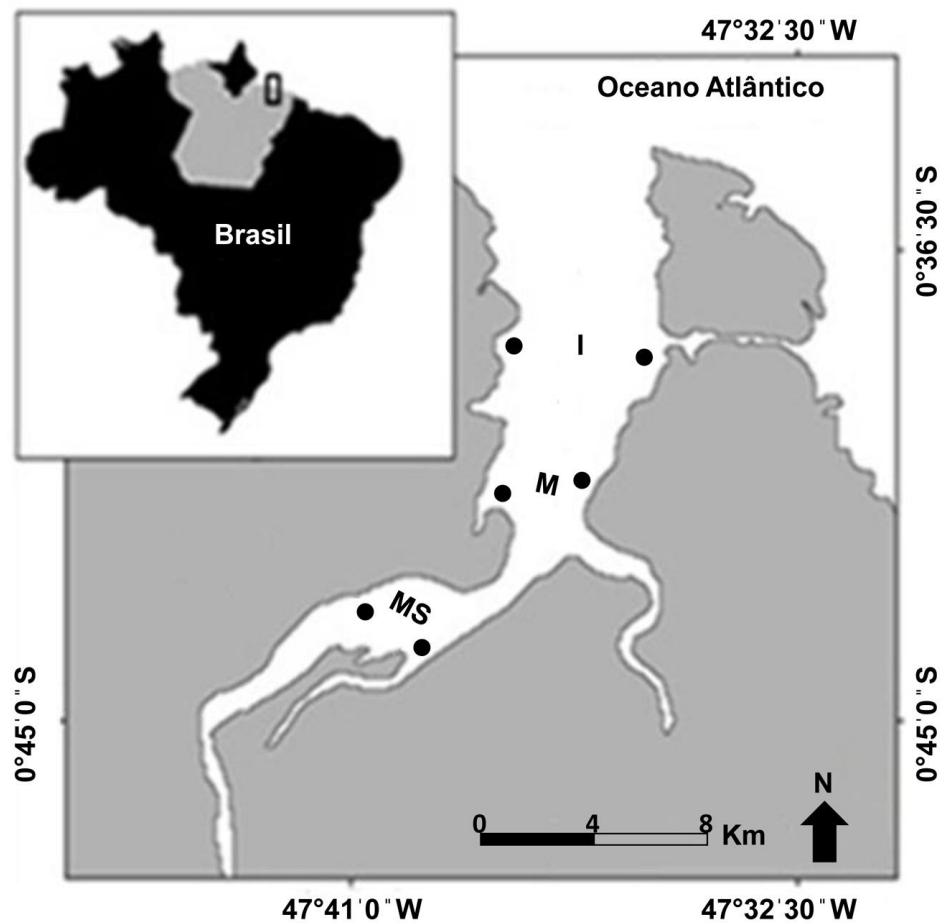


Figura 3 – Mapa do Estuário de Marapanim e os setores amostrados. I: setor Inferior; M: setor Médio; MS: Setor Médio-Superior.

3.2 PROCEDIMENTO EM CAMPO

As coletas foram realizadas mensalmente, durante a lua nova com a maré vazante no período de agosto de 2006 a julho de 2007. Para este estudo, os períodos sazonais considerados foram chuvoso (janeiro a junho) e seco (julho a dezembro) de acordo com Egler e Schwassmann (1962) e Moraes et al. (2005)

A fim de que o canal principal e a margem do estuário fossem amostrados, as artes utilizadas para a captura dos camarões foram o arrasto-de-fundo e o arrasto-de-praia, respectivamente, totalizando 360 amostras biológicas. As amostragens foram realizadas em três setores: Médio-Superior, Médio e Inferior (Figura 3), segundo o gradiente de salinidade de forma que as coletas fossem realizadas no mesmo dia em cada margem do estuário. Dados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), potencial hidrogeniônico (pH) e salinidade da água foram analisados e amostras de sedimento foram coletadas para análises de granulometria e do teor de matéria orgânica (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de amostras de camarões e de variáveis ambientais coletados no Estuário de Marapanim no período de agosto de 2006 a julho de 2007.

Arte/Variável	Local	Réplica	Mês	Total
Arrasto de fundo	6	2	12	144
Arrasto de praia	6	3	12	256
T °C	6	2	12	144
Salinidade	6	2	12	144
pH	6	2	12	144
Profundidade	6	2	12	144
Sedimento	6	2	12	144

3.2.1 Coleta de dados biológicos

Os camarões coletados foram armazenados em sacos plásticos devidamente etiquetados, acondicionados em caixa térmica com gelo e transportados para o Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos localizado na Universidade Federal do Pará - Belém.

Arrasto-de-fundo

As coletas na região subtidal foram feitas com uma rede de arrasto wing-trawl (Figuras 4 e 5) que possuía comprimentos de 8,62 m na tralha superior e 10,43 m na tralha inferior e malha de 13 mm entre nós opostos na “manga” e “barriga” e malha de 5 mm entre nós opostos no saco. A rede foi fixada através de dois cabos de aproximadamente 35 metros de comprimento a duas portas de madeira vazadas com 70 cm de comprimento e 42 cm de largura e peso de 9,3 kg em cada unidade. Foram feitas duas réplicas para cada amostra, com um barco de pesca comercial com velocidade aproximadamente de 1,7 nós durante cinco minutos para cada arrasto. A área arrastada $[50\% \text{ abertura da rede (m)} \times \text{distância percorrida (m)}]$ (Pauly, 1980), foi calculada com as coordenadas geográficas obtidas a cada minuto após o lançamento das redes através de um GPS (Global Position System) e posteriormente exportadas para o programa ESRI® ArcMap 8.2 para confecção dos mapas e cálculo das áreas arrastadas.

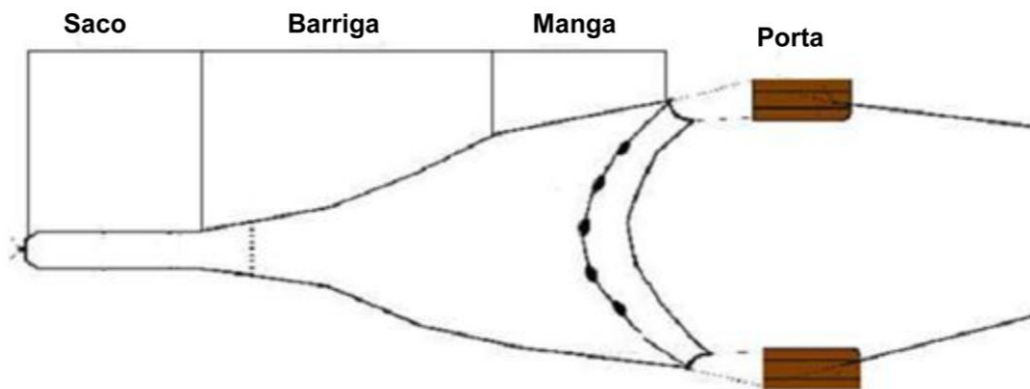


Figura 4 - Representação gráfica da rede de arrasto-de-fundo utilizada nas coletas de camarões no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. Fonte: Hercos (2006).



Figura 5 - Rede de arrasto-de-fundo utilizada no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. Fonte: Vanessa Costa.

Arrasto-de-praia

As coletas na região intertidal foram feitas com uma rede de puçá de arrasto (Figuras 6 e 7). A rede possuía 3 m de comprimento, 1,5 m de largura, 1,3 m de abertura e malha de 1 cm entre nós opostos com duas estacas de madeira, uma em cada lado, que foram arrastadas por duas pessoas. A área da rede puçá foi calculada através da largura da rede (m)*distância percorrida (m). As amostras coletadas com esta arte foram padronizadas para uma área total equivalente a 450 m², com três arrastos fixos de 100 m de distância percorrida em cada área.

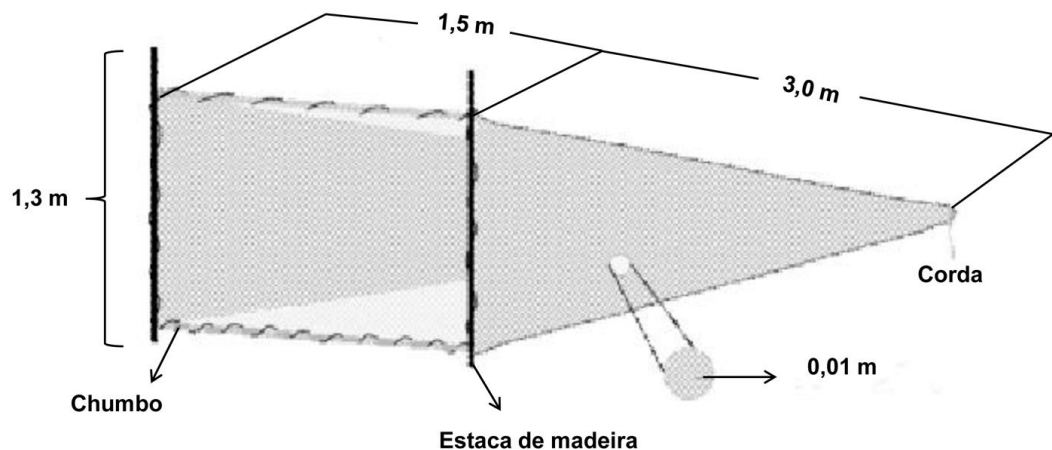


Figura 6 - Representação gráfica da rede puçá de arrasto utilizada nas coletas de camarões no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. Fonte: Martinelli (2005).



Figura 7 - Arrasto de camarões com rede puçá no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. Fonte: Vanessa Costa

3.2.2 Coleta das variáveis ambientais

As variáveis ambientais analisadas foram temperatura ($^{\circ}\text{C}$), potencial hidrogeniônico (pH), salinidade e o sedimento, totalizando 144 amostras cada. A temperatura e o pH foram verificados *in situ*, com um analisador multiparâmetro YSI. A salinidade foi quantificada em laboratório, a partir de amostras de água coletadas em frascos de polietileno e gotejadas em um refratômetro óptico *Atago*. Amostras de sedimento, para verificação da granulometria e do teor de matéria orgânica, foram coletadas com um pegador de fundo *van Veen*, acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e mantidos refrigerados (Figura 8).

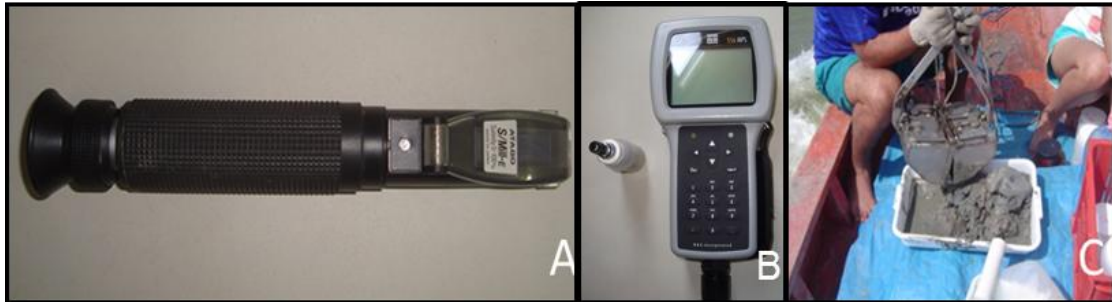


Figura 8 – Imagens do refratômetro (A) analisador multiparâmetro (B) e pegador de fundo van Veen (C) utilizados na coleta de dados ambientais no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.

3.3 PROCEDIMENTO EM LABORATÓRIO

3.3.1 Dados biológicos

Os camarões foram identificados ao menor nível taxonômico possível, baseado nos trabalhos de Pérez-Farfante (1967), Cérvigon et al. (1992), D’Incao (1995a), Pérez-Farfante e Kensley (1997) e artigos relacionados. Foram feitas a contagem, identificação do sexo, pesagem e medidas dos organismos. A pesagem foi feita com uma balança digital de precisão 0,01g *Sartorius* e as medidas biométricas com um paquímetro eletrônico digital *Vonder* (Figura 9).



Figura 9 – Imagens do paquímetro eletrônico digital (A) e balança digital (B) utilizados, respectivamente, para medida e pesagem dos indivíduos coletados no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.

Os camarões foram medidos quanto ao Comprimento Total- CT (extremidade posterior da cavidade ocular até a margem posterior do télson) e o Comprimento do Cefalotórax- CC (extremidade posterior da cavidade ocular até a margem posterior do cefalotórax) (Figura 10).

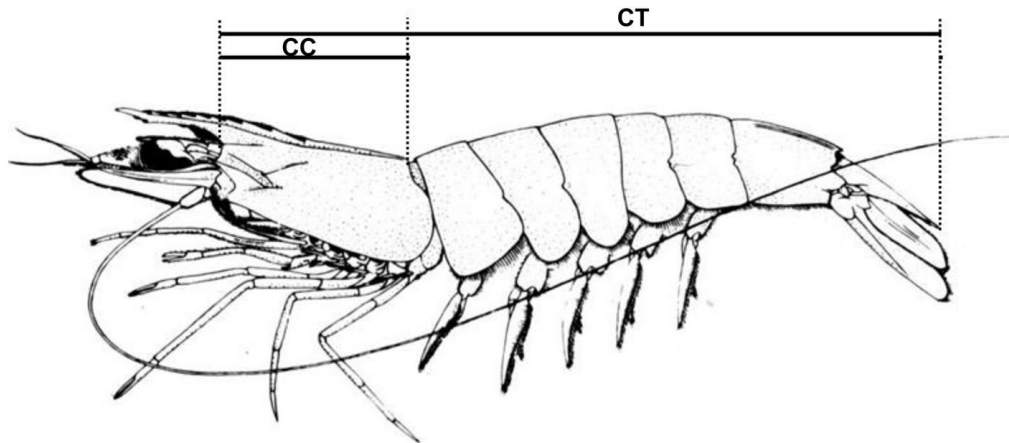


Figura 10 - Desenho esquemático das medidas efetuadas nos camarões coletados no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007. CT= Comprimento Total; CC= Comprimento do Cefalotórax. Modificado de Cervigón et al. (1992).

Os estádios de maturação gonadal foram identificados segundo a classificação de Pérez-Farfante (1967) e Machado et al. (2009), sendo distinguidos quatro estádios para ambos os sexos (Quadro 1). A identificação dos estádios gonadais foi baseada para as fêmeas nos estádios de desenvolvimento do ovário. Para os machos, na descrição do desenvolvimento dos ductos espermáticos através da aparência da ampola terminal, localizada na base do artículo (coxa) do último par de pereiópodes.

Quadro 1 - Classificação utilizada para identificar o estágio de maturação dos camarões do Estuário de Marapanim, Pará.

Estádios	Descrição	
	♀	♂
Imaturo (IM)	Ovário imperceptível a olho nu	Ampola terminal pouco aparente a olho nu, petasma separado
Em Desenvolvimento (ED)	Ovário com coloração amarelada ao princípio do verde	Ampola terminal aparente de cor branca, petasma unido, ao facilmente separado quando levemente pressionado
Desenvolvido (DE)	Ovário cheio variando do verde claro ao verde escuro	Ampola terminal aparente de cor branca, liberando espermatóforos quando levemente pressionada. Petasma unido, completamente desenvolvido
Repouso (RE)	Ovário perceptível a olho nu, alongado, fino, transparente, sem indícios de desenvolvimento	Ampola terminal pouco aparente, mas com petasma completamente desenvolvido

Adaptado de Pérez-Farfante (1967) e Machado et al. (2009).

3.3.2 Sedimento

Granulometria

Por serem estuarinas, as amostras de sedimento foram submetidas ao processo de duas lavagens com água doce para eliminação do teor salino. Para efetuar a análise granulométrica foi utilizado o Método da Peneiração. Previamente seca em estufa a 60°C, 100g de cada amostra foi peneirada por uma série de peneiras de 63; 125; 200; 500 µm e 1; 3,35; 4,75 mm em um agitador de grãos *Fritsch* durante 15 minutos. Após a peneiração, o material retido em cada um dos filtros foi pesado em balança analítica *Marte* a fim de verificar as frações de peneiração (Figura 11). A classificação granulométrica utilizada foi: silte e argila (<0,063 mm); areia fina (0,063 mm); areia muito fina (0,125 mm); areia média (0,2

mm); areia grossa (0,5 mm); areia muito grossa (1 mm); cascalho fino (3,35 mm) e cascalho médio (>4,75 mm) (Wentworth, 1922).

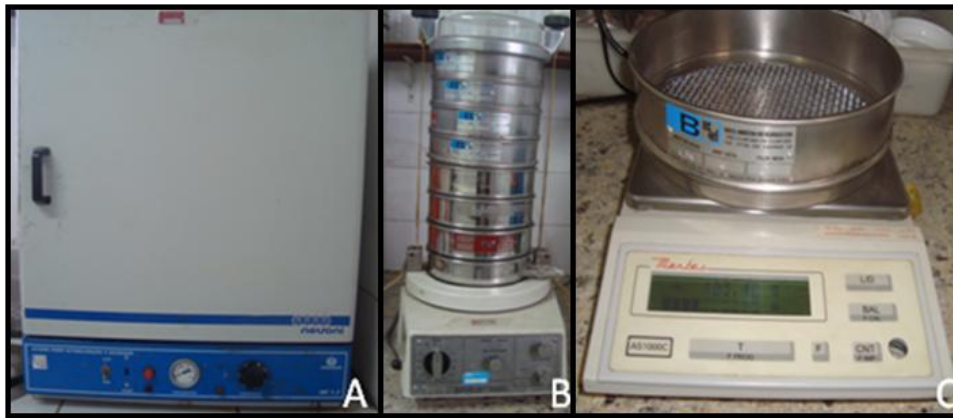


Figura 11 – Imagens da estufa (A), agitador de grãos (B) e balança analítica (C) utilizados para separação das frações do sedimento coletado no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.

Matéria orgânica

Para estimar o teor de matéria orgânica das amostras coletadas foi utilizado o Método de Calcinação. Três réplicas de 30g de cada amostra previamente seca a 60°C foram levadas à mufla e aquecida à 500°C por 3 horas. Posteriormente, foram pesadas na balança de precisão *Marte* (Figura 12) e a diferença entre o peso inicial e o peso final correspondeu ao teor de matéria orgânica.



Figura 12 – Imagens da estufa (A), mufla (B) e balança analítica (C) utilizadas no processamento da matéria orgânica do sedimento coletado no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.

4 PRODUTOS

A partir dos dados obtidos no Estuário de Marapanim, foram desenvolvidos três resumos apresentados em eventos científicos (Anexo 3) e os dois artigos desta

dissertação, sendo o primeiro referente a variação espaço-temporal da abundância dos camarões e o segundo sobre a estrutura populacional de *F. subtilis*.

Capítulo I

O Capítulo I foi elaborado de acordo com as normas da revista *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, disponíveis no endereço abaixo:

<http://www.journals.elsevier.com/estuarine-coastal-and-shelf-science>

Biodiversidade e variação espaço-temporal da abundância das populações de camarões Caridea e Dendrobranchiata (Decapoda) em um estuário amazônico brasileiro

Valdimere Ferreira e Jussara Moretto Martinelli-Lemos*

Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia - GPECA, Av. Augusto Corrêa 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará, Brasil.

*Correspondência para o autor: jussara@ufpa.br

Resumo: Os camarões do Estuário de Marapanim, na região Norte do Brasil, foram coletados por meio de arrastos de fundo nos setores Inferior, Médio e Médio-Superior, com periodicidade mensal de agosto de 2006 a julho de 2007. O objetivo deste estudo foi estimar a biodiversidade e a distribuição espaço-temporal da abundância dos camarões em um estuário amazônico. Em cada setor havia dois locais de coleta e em cada um deles foram feitos dois arrastos de cinco minutos cada. Foram verificadas a temperatura, salinidade e pH da água superficial, profundidade da coluna d'água, matéria orgânica e granulometria do sedimento. A salinidade diferiu entre os setores Inferior e Médio-Superior ($p < 0,05$) e o Médio apresentou baixo teor de matéria orgânica. Em todos os setores houve predominância de grãos arenosos, destacando-se a areia fina no setor Médio. Foram coletados 11.939 camarões, distribuídos em doze espécies e seis famílias. Palaemonidae e Penaeidae tiveram maior riqueza com cinco e três espécies, respectivamente. Penaeidae, Sergestidae e Palaemonidae apresentaram maior abundância, com *Xiphopenaeus kroyeri*, *Farfantepenaeus subtilis*, *Acetes marinus* e *Nematopalaemon schmitti*, contribuindo com 43, 31, 21 e 1,3% do total capturado, respectivamente. Os penaeídeos *F. subtilis*, *X. kroyeri* e *Litopenaeus schmitti* contribuíram com 97% da biomassa total. A densidade e a biomassa de *F. subtilis* foram maiores no período chuvoso ($p < 0,05$). O sete-barbas *X. kroyeri* apresentou maior densidade nos setores Médio e Inferior no chuvoso e no Médio-Superior e Médio no período seco e maior biomassa no Inferior em ambos períodos sazonais. A densidade e biomassa de *A. marinus* foi elevada no setor Médio ($p < 0,05$). A salinidade, areia, silte e argila influenciaram significativamente a abundância dos camarões ($p < 0,05$). O estuário de Marapanim é importante habitat para os camarões Caridea e Dendrobranchiata, sendo os resultados apresentados ferramentas

importante para o futuro manejo destes recursos pesqueiros, principalmente com relação ao camarão-rosa, alvo da pesca industrial no Pará.

Palavras-chave: Caridea, Penaeoidea, ecologia.

1. Introdução

Considerado como uma importante via de matéria orgânica e nutrientes, os estuários atuam como importante fonte de alimento (Amann et al., 2012; Selleslagh et al., 2012) e proteção para o desenvolvimento de camarões (Amara e Paul, 2003; Selleslagh et al., 2012) e a alta densidade destes organismos os torna um dos mais importantes recursos pesqueiros estuarinos (McLusky e Elliott, 2004; Branco, 2005; Gillett, 2008).

Os estuários são ambientes heterogêneos caracterizados pela variação espacial e temporal de fatores ambientais que afetam a distribuição e a composição das espécies no ambiente (Akin et al., 2003; Pérez-Castañeda e Defeo, 2004; Castrejón et al., 2005; Re et al., 2005; Lobry et al., 2006; Bentes et al., 2011; Rashed-Un-Nabi et al., 2011; Capparelli et al., 2012; Selleslagh et al., 2012) e os estudos sobre a distribuição e abundância das espécies são importantes para entender as respostas das alterações dos habitats (Fransozo et al., 2009). As espécies de camarões que habitam águas estuarinas são diretamente influenciadas pela temperatura, salinidade, pH, profundidade da coluna d'água, matéria orgânica e granulometria do sedimento (Gunter et al., 1964; Branford, 1981; Riera et al., 2000, Asano Filho et al., 2003; Li e Clarke, 2005; Castilho et al., 2008b; Santos et al., 2008; Silva et al., 2010; Freire et al., 2011; Simões et al., 2010) ou ainda pela descarga hídrica que altera a salinidade do ambiente (Möller Jr et al., 2009).

Uma vez que as alterações dos habitats estuarinos são inevitáveis (Minello e Zimmerman, 1991), informações sobre a influência dos fatores ambientais nas populações de camarões são fundamentais para entender a sua dinâmica e também para gerar informações para o manejo sustentável destes recursos pesqueiros que utilizam os estuários em grande parte de seu ciclo de vida.

O Estuário de Marapanim, na Amazônia Oriental, abriga importantes grupos de crustáceos (Isaac et al., 1992; Oliveira et al., 2012; Silva e Martinelli-Lemos, 2012) e apesar da importância alimentar e econômica para as populações locais, não existem estudos sobre os camarões que utilizam este estuário para o seu

desenvolvimento, dificultando o conhecimento e manejo do recurso amplamente estudado em outras regiões geográficas. Dada a importância sócio-econômica dos camarões e a ausência de informações sobre o grupo na região equatorial, este estudo tem o objetivo de investigar a biodiversidade e a distribuição espaço-temporal da densidade dos camarões no estuário amazônico de Marapanim relacionada a variação dos fatores ambientais, gerando informações inéditas que possibilitem fomentar ações de manejo sustentáveis das espécies, sendo algumas espécies importantes recursos pesqueiros para a pesca industrial e artesanal na região norte brasileira.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O Estuário do Rio Marapanim está localizado na região norte do Brasil, integrando o Estuário Amazônico (0° 32' 30" a 0° 52' 30" S, 47° 28' 45" a 47° 45' 00" W) (Fig. 1). Conectado diretamente com o Oceano Atlântico é limitado ao norte pela planície costeira, dominada pelos processos marinhos e ao sul pela planície aluvial, influenciada pelos processos continentais (Silva et al., 2009). O estuário está submetido a macromarés semidiurnas com amplitude superior a 5 m (Berrêdo et al., 2008a, Silva et al., 2009) e apresenta profundidade de 3 a 8 metros, em maré baixa e de 5 a 10 metros em maré alta (Pará, 2011). Durante o período seco (julho a dezembro), as águas oceânicas adentram cerca de 62 km no estuário e 42 km no período chuvoso (janeiro a junho) (Vilhena et al., 2010). A região apresenta clima tropical úmido, com temperatura média em torno de 27°C e precipitações pluviométricas de até 3000 mm (Martorano et al., 1993; Berrêdo et al., 2008a).

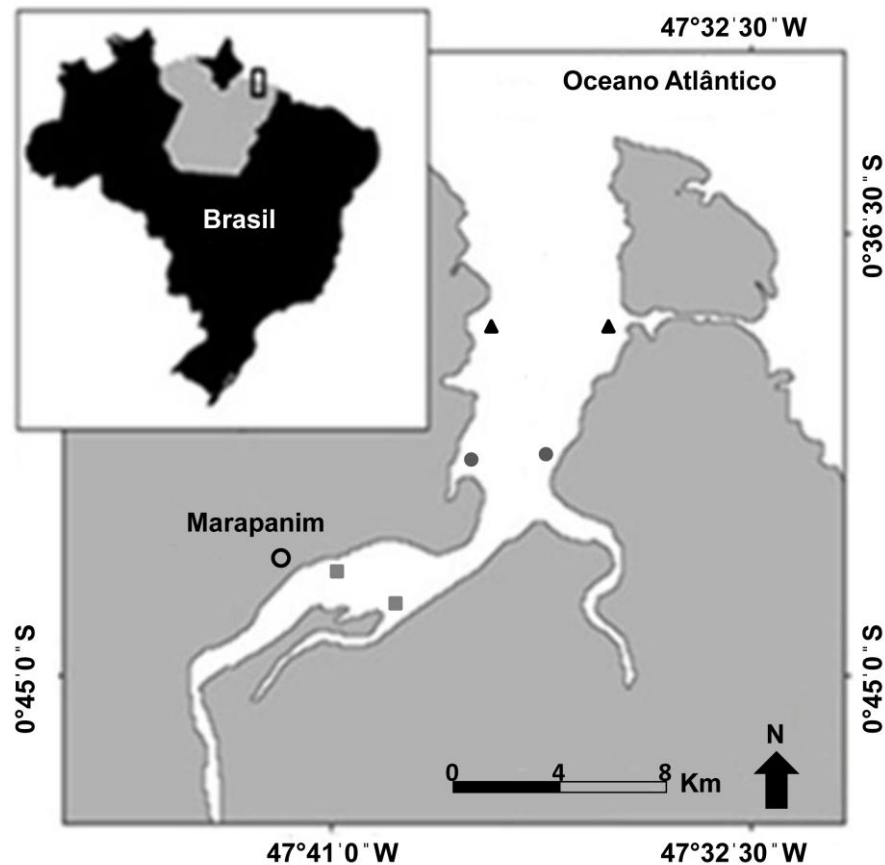


Fig. 1. Mapa do Estuário de Marapanim (Amazônia, Brasil) indicando os setores de coleta. Triângulo: setor Inferior; círculo: setor Médio; quadrado: setor Médio-Superior.

2.2 Amostragem

As coletas foram realizadas mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007, na lua nova e maré vazante. Os setores foram amostrados com rede de arrasto de fundo com portas modelo *wing trawl* e divididos em: Inferior (I), Médio (M) e Médio-Superior (MS) (Fig. 1). Em cada setor havia dois locais de amostragem e em cada um deles foram feitos dois arrastos paralelos às margens do estuário (Fig. 1). A rede possuía comprimentos de 8,62 m na tralha superior e 10,43 m na tralha inferior e malhas de 13 mm na “manga” e “barriga” e de 5 mm no saco e foi fixada através de dois cabos de aproximadamente 35 m de comprimento a duas portas de madeira vazadas com 70 cm de comprimento, 42 cm de largura e 9,3 kg em cada unidade. A rede foi arrastada por cinco minutos com velocidade de aproximadamente 1,7 nós e

um GPS (Global Positioning System) foi utilizado para calcular a distância arrastada a cada minuto.

Em cada local foram verificadas as variáveis ambientais: temperatura, salinidade e potencial hidrogeniônico da água superficial, profundidade da coluna d'água, matéria orgânica e granulometria do sedimento. A temperatura e o pH foram medidos com um analisador multiparâmetro YSI 556 MPS. A salinidade foi verificada com um refratômetro óptico Atago. A profundidade foi verificada com uma corda graduada em centímetros. As amostras de sedimento foram coletadas com pegador de fundo van Veen (0,16 m²) e lavadas duas vezes em água doce para eliminação do teor salino.

A análise granulométrica foi feita através de peneiramento mecânico. Previamente secas em estufa a 60°C, amostras de 100 g foram agitadas durante 15 minutos. O tamanho dos grãos foi classificado em: cascalho médio (> 4,75 mm); cascalho fino (4,75 - 3,36 mm); areia muito grossa (3,35 - 1,01 mm); areia grossa (1 - 0,51 mm); areia média (0,5 - 0,21 mm); areia fina (0,2 - 0,126 mm); areia muito fina (0,125 - 0,063 mm); silte e argila (<0,063mm) (Wentworth, 1922). Posteriormente, foram calculados os valores de phi (ϕ) pela fórmula $\phi = -\log_2 d$, onde d= diâmetro do grão (mm) (Krumbein, 1934), sendo $-2 = \phi < -1$ (cascalho fino), $-1 = \phi < 0$ (areia muito grossa), $0 = \phi < 1$ (areia grossa), $1 = \phi < 2$ (areia média), $2 = \phi < 3$ (areia fina), $3 = \phi < 4$ (areia muito fina), $\phi \geq 4$ (silte e argila).

O teor de matéria orgânica (%) foi obtido com três réplicas de 30g cada, previamente secas a 60 °C, aquecidas na mufla a 500 °C por três horas e posteriormente, pesadas.

Foram verificados o comprimento total (CT) que corresponde a extremidade anterior do cefalotórax até a margem posterior do télson medido com um paquímetro digital (0,1 mm) e o peso total (PT) dos camarões com balança de precisão (0,01 g).

2.3. Análise dos dados

Os períodos sazonais considerados foram o chuvoso (janeiro a junho) e o seco (julho a dezembro). As análises foram baseadas na média e erro padrão mensais das variáveis ambientais, abundância e biomassa das espécies em cada setor. As espécies que apresentaram um número inferior a 1% dos camarões coletados foram excluídas dos testes estatísticos. A densidade e a biomassa das espécies foram

expressas como o número e o peso médio de indivíduos pela área arrastada (m^2), respectivamente.

A normalidade dos dados foi verificada com o teste Shapiro-Wilk (Zar, 1999), com nível de significância de 5%. Sendo os dados heterogêneos, a densidade e a biomassa foram comparadas quanto a distribuição espacial (setores) e temporal (períodos sazonais) com aplicação do teste Kruskal-Wallis seguido do teste de comparações de Student-Newman-Keuls pelo fato dos dados não atenderem aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade mesmo após sofrer transformações. O diâmetro dos grãos e a porcentagem das partículas no sedimento foram analisados estatisticamente através das equações propostas por Folk e Ward (1957) com o programa Sysgran (Camargo, 2006). Para verificar a influência das variáveis ambientais na distribuição espaço-temporal da densidade das populações de camarões foi aplicada a análise multivariada RDA (Análise de Redundância) e a permutação de Monte Carlo para testar a significância das análises, usando o software R (R Development Core Team, 2005). Os dados ambientais foram padronizados [(valor-média)/desvio padrão] a fim de permitir a plotagem de todas as matrizes em escalas similares.

3. Resultados

3.1. Variáveis ambientais

As mais altas temperaturas foram observadas no setor Médio-Superior com máximas de $29,4 \pm 0,1$ °C em outubro (período seco) e $29 \pm 0,08$ em janeiro (início do período chuvoso) e menores valores foram registrados para o setor Inferior, sendo a mínima em fevereiro com $27,7 \pm 0,2$ °C (Fig. 2). A salinidade apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os setores Inferior e Médio-Superior com menores valores observados no setor Médio-Superior nos períodos chuvoso e seco, com mínima de 3 ± 0 em março e salinidade máxima de 34 ± 1 em novembro no setor Inferior. O pH mínimo de $6 \pm 0,3$ no setor Médio-Superior e máximo de $8,7 \pm 0$ no setor Inferior ocorreu em janeiro. A profundidade mínima foi de $1,8 \pm 0,3$ m no setor Médio e máxima de $4 \pm 0,3$ m no setor Inferior. O setor Médio apresentou menor teor de matéria orgânica em todos os períodos, sendo mínimo de $1,6 \pm 1,6$ % em dezembro e os maiores valores encontrados no setor Médio-Superior ($22,6 \pm 0,2$

%). Em todos os setores amostrados houve predominância de grãos arenosos, destacando-se a areia fina no setor Médio (Fig. 2).

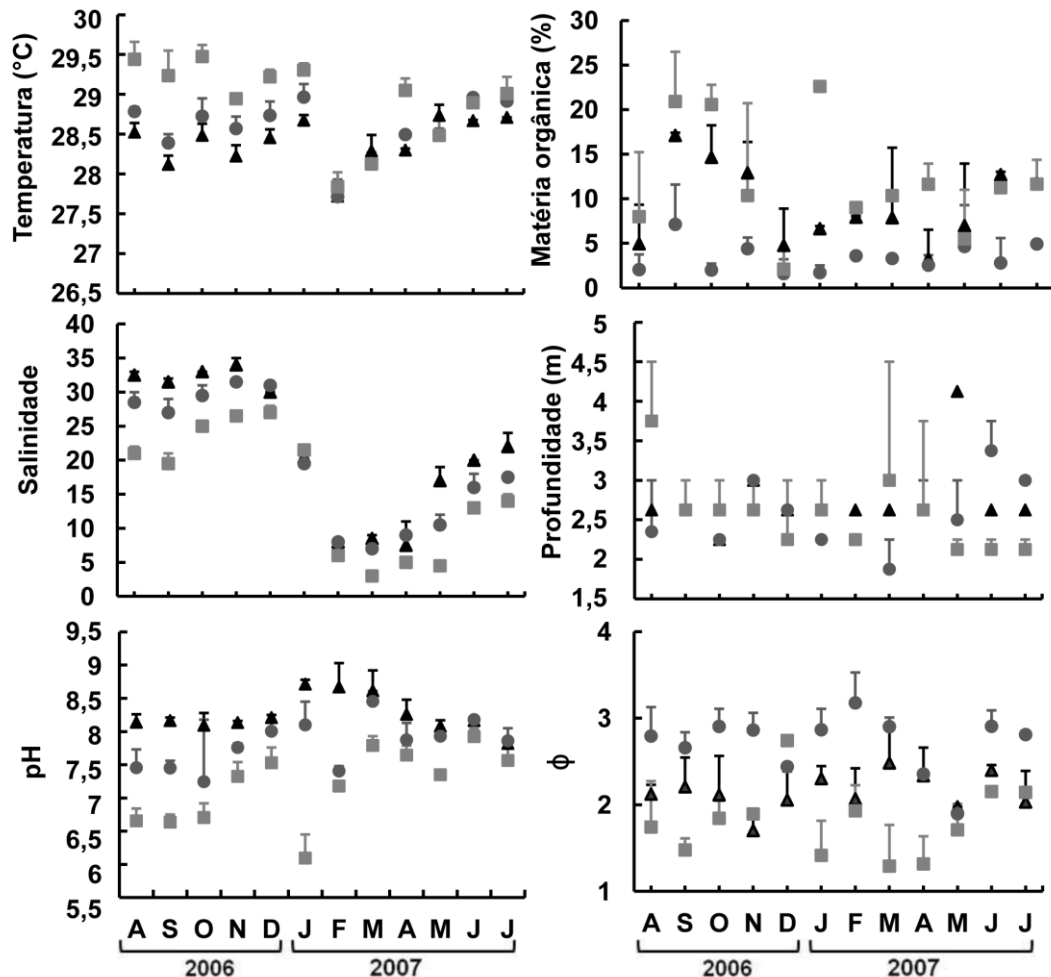


Fig. 2. Temperatura, salinidade, pH e profundidade da coluna d'água, matéria orgânica e diâmetro dos grãos (ϕ) do sedimento (média \pm ep) dos setores amostrados no Estuário de Marapanim. Triângulo: setor Inferior; círculo: setor Médio; quadrado: setor Médio-Superior; C: chuvoso; S: seco.

3.2. Camarões

Foram coletados 11.939 camarões, distribuídos em doze espécies e seis famílias (Tabela 1). Maior riqueza foi apresentada pelas famílias Palaemonidae e Penaeidae com cinco e três espécies, respectivamente. Em termos de frequência, as espécies *X. kroyeri* e *F. subtilis* (Penaeidae), *A. marinus* (Sergestidae) e *N. schmitti* (Palaemonidae), foram responsáveis por 43, 31, 21 e 1,3% do total capturado, respectivamente. Os penaeídeos *F. subtilis*, *X. kroyeri* e *L. schmitti* contribuíram com 97% da biomassa total.

Tabela 1. Número de indivíduos, comprimento total (CT) e peso total (PT) das espécies de camarão no Estuário de Marapanim, Amazônia, Brasil. I: Inferior; M: Médio; MS: Médio-Superior.

Família	Espécie	I	M	MS	Total	CT_{mín-máx}(mm)	PT_{mín-máx}(g)
Alpheidae	<i>A. pontederiae</i>	5	13	10	28	11,89 - 40,79	0,02 - 0,46
Hippolythidae	<i>E. oplophoroides</i>	7	3	7	17	14,5 - 42,31	0,03 - 0,06
Palaemonidae	<i>M. amazonicum</i>		17	34	51	15,04 - 98,05	0,08 - 8,15
	<i>M. acanthurus</i>		2	1	3	16,58 - 38,31	0,07 - 4,45
	<i>M. rosenbergii</i>	2			2	71,07 - 98,08	6,77*
	<i>M. surinamicum</i>	2	97	11	110	12,61 - 57,76	0,02 - 5,21
	<i>N. schmitii</i> (Ns)	7	147	6	160	17,84 - 53,03	0,01 - 0,58
Penaeidae	<i>F. subtilis</i> (Fs)	1.519	908	1.330	3.757	9,92 - 116,09	0,01 - 12,63
	<i>L. schmitii</i>	8	5	3	16	15,68 - 36,58	0,02 - 20,97
	<i>X. kroyeri</i> (Xk)	1.629	1.925	1.615	5.169	7,17 - 98,91	0,01 - 6,25
Sergestidae	<i>A. marinus</i> (Am)	25	2.400	181	2.606	3,44 - 46,98	0,02 - 0,52
Sicyoniidae	<i>S. dorsalis</i>		12	8	20	15,54 - 36,26	0,01 - 0,48
Total de indivíduos			3.204	5.529	3.206	11.939	
Total de espécies			9	11	11	12	

* Referente a apenas um indivíduo

A maior riqueza foi observada no final dos períodos chuvoso (junho) e seco (novembro) com oito espécies nos setores Inferior e Médio, respectivamente. A densidade média foi maior no início do período seco (julho) no setor Médio e a biomassa foi maior no setor Inferior durante o período chuvoso (fevereiro) (Fig. 3).

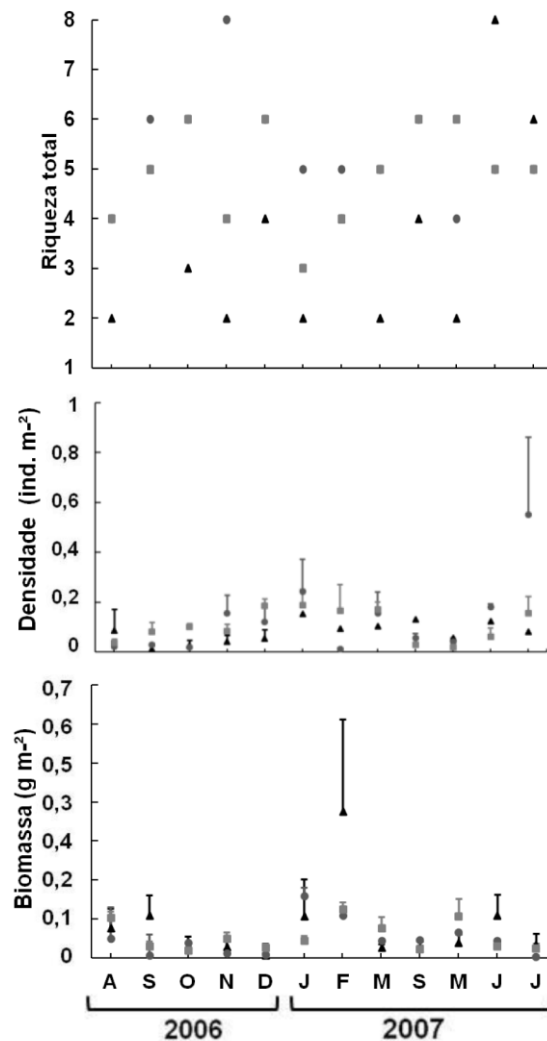


Fig. 3. Número total de espécies, densidade e biomassa (média \pm ep) de camarões dos setores do Estuário de Marapanim, Amazônia, Brasil. Triângulo: setor Inferior; círculo: setor Médio; quadrado: setor Médio-Superior; C: chuvoso; S: seco.

Entre as doze espécies coletadas apenas *N. schmitti*, *F. subtilis*, *X. kroyeri* e *A. marinus* foram consideradas nas análises estatísticas por corresponderem a 99% dos camarões capturados (Fig. 4). A densidade e a biomassa de *N. schmitti* e *X. kroyeri* não apresentaram diferença significativa entre os períodos e tampouco entre

setores (Tab. 2). Para o camarão-rosa *F. subtilis* a densidade e a biomassa diferiram significativamente entre os períodos, sendo maior no chuvoso e somente a densidade diferiu entre os setores, destacando-se o Médio-Superior dos demais. A densidade de *A. marinus* no período seco foi significativamente maior ($p < 0,05$) e a densidade e biomassa do setor Médio diferiu significativamente dos setores Inferior e Médio-Superior (Tab. 2).

Tabela 2. Resumo do teste de Kruskal-Wallis para a densidade e biomassa dos camarões do Estuário de Marapanim, Amazônia, Brasil. Ns = *Nematopalaemon schmitti*, Fs = *Farfantepenaeus subtilis*, Xk = *Xiphopenaeus kroyeri* e Am = *Acetes marinus*.

	Densidade				Biomassa			
	Sazonalidade		Setor		Sazonalidade		Setor	
	H(gl=1)	p	H(gl=2)	p	H(gl=1)	p	H(gl=2)	p
Ns	10,21	ns	13,83	ns	10,54	ns	13,74	ns
Fs	97,8	*	88,74	*	160,6		55,5	ns
Interação	C>S		MS>I=M		C>S			
Xk	0,11	ns	29,66	ns	37,55	ns	16,94	ns
Am	63,36	*	128	*	33,48	ns	115,31	*
Interação	S>C		M>I=MS		M>I=MS			

* $p < 0,05$

A abundância e a biomassa de *N. schmitti* foram maiores no setor Médio durante o chuvoso com maior densidade em junho e biomassa em abril.

A densidade de *F. subtilis* foi maior no chuvoso nos setores Inferior e Médio-Superior (janeiro-março) e a biomassa foi maior no estuário Inferior no início do chuvoso (janeiro-abril) e do seco (agosto) e no Médio-Superior em dezembro. Durante o chuvoso, a densidade de *X. kroyeri* foi mais elevada nos setores Médio (março) e Inferior (abril-junho) e no seco nos setores Médio-Superior (agosto-setembro) e Médio (novembro) e maior biomassa no Inferior em ambos períodos sazonais. Em julho foi observada maior densidade e biomassa do *A. marinus* no setor Médio.

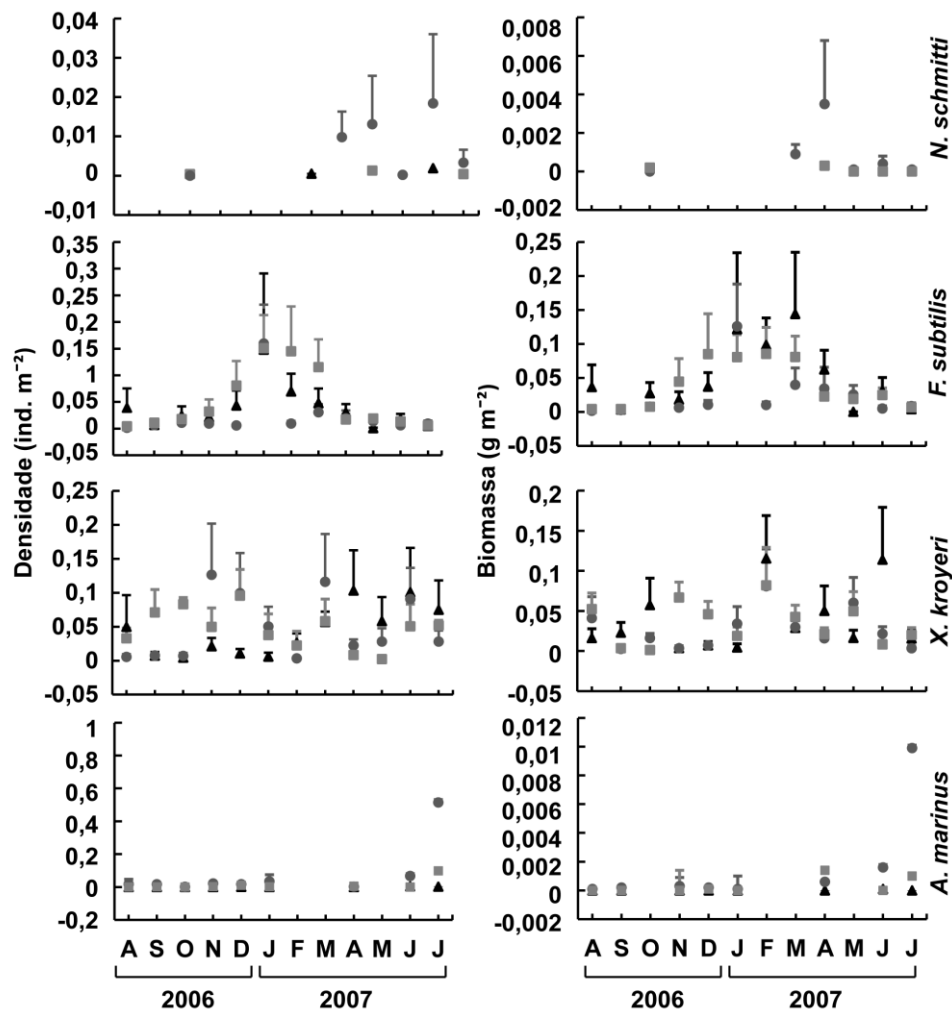


Fig. 4. Densidade e biomassa (média \pm ep) de *Nematopalaemon schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis*, *Xiphopenaeus kroyeri* e *Acetes marinus* nos três setores do Estuário de Marapanim, Amazônia, Brasil. Triângulo: setor Inferior; círculo: setor Médio; quadrado: setor Médio-Superior.

As variáveis ambientais (temperatura, salinidade, pH, profundidade, matéria orgânica e granulometria) explicaram 54 % da variação da densidade das espécies no Estuário de Marapanim (Fig. 5) sendo a salinidade, areia e os sedimentos finos (silte e argila) as mais significativas ($p < 0,05$). O diâmetro dos grãos (ϕ) e o pH influenciaram positivamente a a densidade de *N. schmitti* e *A. marinus*. A densidade dos penaeídeos *X. kroyeri* e *F. subtilis* foi influenciada negativamente por grãos arenosos e favorecida por grãos mais finos de silte e argila e a abundância de *F. subtilis* foi positivamente relacionada com a matéria orgânica, temperatura e salinidade (Fig. 5).

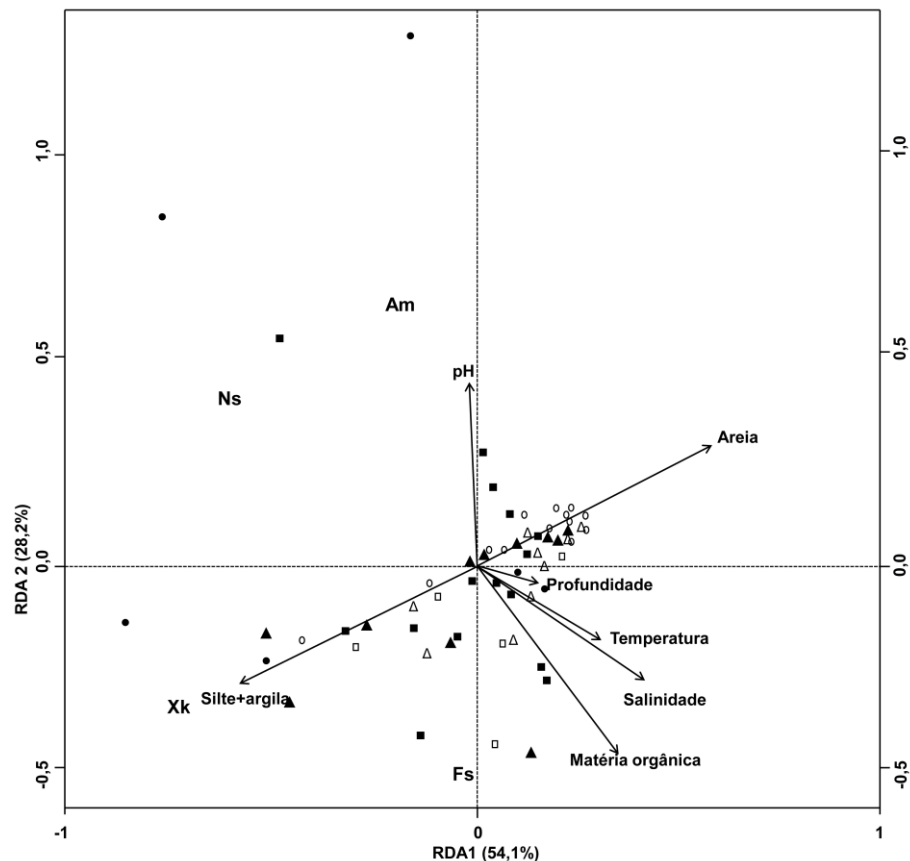


Fig. 5. Diagrama de ordenação RDA baseado na densidade das espécies com as variáveis ambientais representadas pelos vetores. Ns = *Nematopalaemon schmitti*, Fs = *Farfantepenaeus subtilis*, Xk = *Xiphopenaeus kroyeri* e Am = *Acetes marinus*. ▲: Inferior - chuvoso; △: Inferior - seco; ●: Médio - chuvoso; ○: Médio - seco; ■: Médio-Superior - chuvoso; □: Médio-Superior - seco.

4. Discussão

4.1. Variáveis ambientais

As altas temperaturas registradas no período seco foram influenciadas pelo aumento da evaporação e acentuadas no setor Médio-Superior, onde a circulação dos ventos é menor (Berrêdo et al., 2008a). Menor salinidade no chuvoso ocorreu devido à intensificação das chuvas e durante o período seco o ambiente fica mais salino devido a maior influência marinha (Berrêdo et al., 2008a; Silva et al., 2009), principalmente no setor Inferior. As menores médias de pH com uma leve acidez no período chuvoso no setor Médio-Superior poder ser resultado da contribuição dos ácidos orgânicos dos manguezais (Berrêdo et al., 2008a) e da baixa salinidade

(Hofmann et al., 2009). A matéria orgânica no estuário está associada ao acúmulo e decomposição da vegetação e restos de animais (Berrêdo et al., 2008b) e o maior teor no período seco pode ser atribuído à diminuição da hidrodinâmica local quando a pluviosidade e a vazão do rio diminuem. A predominância dos grãos arenosos em todos os setores é influenciada pela ação de ondas, ventos e marés (Berrêdo et al., 2008a; Silva et al., 2009), o que foi corroborado por este trabalho.

4.2. Camarões e variáveis ambientais

Os estuários paraenses são importantes áreas para vários grupos de crustáceos (Silva et al., 2002; Bentes et al., 2011; Oliveira et al., 2012; Silva e Martinelli-Lemos, 2012; Carvalho et al., submetido). Entretanto, apesar da vasta literatura mundial sobre este tema, pela primeira vez foi possível verificar a influência de variáveis ambientais sobre as populações estuarinas de camarões em um estuário amazônico. A Família Palaemonidae apresentou maior riqueza, destacando-se *Macrobrachium* com quatro espécies, indicando que o estuário de Marapanim oferece condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento das espécies como o contato direto do rio com o oceano (New, 1980). O setor Médio por apresentar condições ambientais intermediárias como a salinidade e a predominância de grãos arenosos finos, destacou-se com maior riqueza e densidade, tendo o *A. marinus* importante contribuição para esta última. Menor riqueza no setor Inferior pode ser explicada pela baixa tolerância dos carídeos a salinidade elevada, exceto em junho quando a penetração da cunha salina no estuário ainda é dificultada pelo grande aporte de águas continentais. A maior ocorrência de penaeídeos no setor Inferior contribuiu para a elevada biomassa observada, principalmente no chuvoso, quando há grande disponibilidade de alimento.

Nematopalaemon schmitti, *F. subtilis*, *X. kroyeri* e *A. marinus* foram as espécies mais abundantes, destacando-se o camarão-rosa e o sete-barbas entre as de maior ocorrência em estuários paraenses (Isaac et al., 1992) e a abundância dos camarões foi influenciada significativamente pela salinidade, areia, silte e argila. Apesar de não ter uma relevância comercial, *N. schmitti* tem importância ecológica no ambiente (Almeida et al., 2012) e a sua densidade e biomassa no estuário de Marapanim foram elevadas durante o período chuvoso no setor Médio. A alta

abundância no chuvoso, também encontrada por outros estudos (Fransozo et al., 2009; Almeida et al., 2012) pode ser atribuída a temperaturas mais baixas (Fransozo et al., 2009). Também influenciam positivamente a abundância do *N. schmitti* as correntes de maré e ondas (Almeida et al., 2012) ocorrentes no setor Médio e o substrato de menor granulometria como a areia fina, silte e argila (Holthuis, 1980; Fransozo et al., 2009; Almeida et al., 2012). A matéria orgânica mostrou uma relação negativa sobre a densidade de *N. schmitti* divergindo do resultado encontrado no Sudeste do Brasil por Almeida et al. (2012) onde a matéria orgânica proporcionou maior abundância da espécie, por ser uma fonte de alimento para as presas de *N. schmitti*.

Considerado um dos mais importantes recursos pesqueiros da costa norte do Brasil (Isaac et al., 1992; Dias Neto, 2011), o camarão-rosa *F. subtilis* tem positiva influência do sedimento fino e da matéria orgânica sendo capturado preferencialmente em substrato lamoso ou areno-lamoso (Holthuis, 1980). Apresenta alta abundância nos estuários amazônicos durante o período chuvoso (Isaac et al., 1992; Martinelli, 2005 não publicado; Carvalho et al. submetido) e a elevada densidade em salinidade abaixo de 20 diverge de achados em outros estudos para *Farfantepenaeus* (Costa et al., 2008; Silva et al., 2010). Entretanto, *F. subtilis* apresenta dois picos de desova em mar aberto em março (chuvoso) e setembro (seco) (Isaac et al., 1992) o que contribui para a alta densidade e biomassa nos meses que antecedem a saída dos juvenis e recém-adultos para dar continuidade ao ciclo reprodutivo (Ferreira e Martinelli-Lemos – capítulo II desta dissertação). Além da migração para o mar aberto, a maior disponibilidade de alimento no chuvoso em área mais próxima do continente (Médio-Superior) também favorece a densidade e biomassa da espécie. Porém, resultado inverso foi observado em outro estuário paraense, onde a maior biomassa foi capturada no período seco (Corrêa e Martinelli, 2009). Além da salinidade, sedimento e matéria orgânica, temperaturas elevadas também influenciam positivamente a abundância de *Farfantepenaeus* nos estuários (Branford, 1981; Li e Clarke, 2005; Costa et al., 2008).

O camarão sete-barbas *X. kroyeri* está entre os penaeídeos que mais ocorrem em ambientes estuarinos (Mantelatto et al., 1999; Fransozo et al., 2002) sendo considerado importante recurso pesqueiro em algumas regiões do Brasil (Fransozo

et al., 2000). Apresenta grande abundância no chuvoso (Pérez-Castañeda e Defeo, 2004; Castilho et al., 2008a), resultado também observado em outros estuários amazônicos (Martinelli, 2005 não publicado; Carvalho et al., submetido). A elevada densidade nos setores mais salinos (Inferior e Médio) durante o chuvoso alternando entre o Médio e Médio-Superior no seco, quando a influência marinha é maior nesses locais mostra a importância da salinidade para a espécie, fato também observado por Costa et al. (2007). Além da salinidade, o camarão sete-barbas tem forte associação com sedimentos de granulometria fina (Fransozo et al., 2002; Costa et al., 2007; Simões et al., 2010) e profundidades abaixo de 15 m (Castrejón et al., 2005). Tal comportamento pode ser explicado pela facilidade em escavar à procura de alimento (Dall et al., 1990) e também pela maior disponibilidade de nutrientes, uma vez que a matéria orgânica tem grande afinidade com o sedimento fino. Temperaturas elevadas também contribuem positivamente com a abundância do sete-barbas (Fransozo et al., 2002; Costa et al., 2007), sendo limitante abaixo de 21°C (Costa et al., 2007).

A co-existência dos penaeídeos *F. subtilis* e *X. kroyeri* no estuário de Marapanim mostrou uma distribuição espaço-temporal distinta entre elas. A densidade de *F. subtilis* foi maior nos setores Médio-Superior e Inferior no início do chuvoso de janeiro a março, decrescendo nos meses seguintes e a densidade de *X. kroyeri* apresentou um acréscimo a partir de março no estuário Médio. Tal fato pode estar relacionado por evitar a competição alimentar e territorial existente entre espécies de relações filogenéticas próximas (Costa et al., 2008; Simões et al., 2013).

Os sergestídeos são camarões de pequeno porte (Nurul Amin et al., 2009; Simões et al. 2013) com grande importância na cadeia trófica dos ambientes aquáticos (Fugimura et al., 2005) e o pequeno tamanho é compensado pela abundância da espécie. *Acetes marinus* habita águas com baixa salinidade e preferencialmente doce (Omori, 1975). Apesar do setor Médio apresentar águas com influência marinha, em julho a salinidade ainda estava baixa (~23) em relação aos outros meses do período seco além do pH básico e o sedimento fino que favorecerem a abundância da espécie. Estudos com *A. americanus* mostrou relação positiva da abundância com as baixas profundidade e salinidade, e elevada temperatura (acima de 24 °C) (Simões et al., 2013), condições também encontradas para *A. marinus* no Estuário de Marapanim.

Os resultados obtidos neste estudo mostram que a distribuição das espécies no espaço e no tempo está fortemente relacionada às variáveis ambientais, destacando-se a salinidade e a granulometria do sedimento como a areia, silte e argila e que o ambiente estuarino de Marapanim funciona como importante habitat para várias espécies de camarões Caridea e Dendrobranchiata. Por ser pioneiro, este estudo pode ser considerado como situação referência para verificação de possíveis alterações que possam afetar a abundância das populações estuarinas de camarão e subsidiar ações sustentáveis de manejo deste recurso pesqueiro em estuários tropicais.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento dos projetos CT-Amazônia 32/2005 BIODÉCA/CNPq (Processo 553106/2005-8) e MCT-CNPq 02/2006 (Processo 472009/2006-0) e pela concessão da bolsa à primeira autora do trabalho. Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis pela licença para a coleta dos camarões, à Universidade Federal do Pará pelo suporte logístico e ao Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia e demais colaboradores pela realização das coletas e tratamento das amostras. Agradecemos também ao Dr. Rogério Caetano da Costa (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho) e ao Dr. Alexandre Almeida (Universidade Estadual de Santa Cruz) pela identificação de alguns espécimes.

Referências

Akin, S., Winemiller, K.O., Gelwick, F.P., 2003. Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57, 269-282.

Almeida, A.C., Fransozo, A., Teixeira, G.M., Hiroki, K.A.N., Furlan, M., Bertini, G., 2012. Ecological distribution of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in three bays on the south-eastern coast of Brazil. *African Journal of Marine Science* 34, 93-102.

Amann, T., Weiss, A., Hartmann, J., 2012. Carbon dynamics in the freshwater part of the Elbe estuary, Germany: Implications of improving water quality. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 107, 112-121.

Amara., R., Paul, C., 2003. Seasonal patterns in the fish and epibenthic crustaceans community of an intertidal zone with particular reference to the population dynamics of plaice and brown shrimp. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56, 807-818.

Asano Filho, M., Holanda, F.C.A.F., Santos, F.J.S., 2003. Influência da profundidade na distribuição do camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) na região Norte do Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR* 3, 9-19. Disponível em: www.icmbio.gov.br. Acesso em: 08 ago. 2011.

Bentes, B.S., Martinelli, J.M., Souza, L.S., Cavalcante, D.V., Almeida, M.C., Isaac, V.J., 2011. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology* 71, 925-935.

Berrêdo, J.F., Costa, M.L., Progene, M.P.S., 2008a. 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, 473-482.

Berrêdo, J.F., Costa, M.L., Vilhena, M.P.S.P., Santos, J.T., 2008b. Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). *Revista Brasileira de Geociências* 38, 24-35.

Branco, J.O., 2005. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22, 1050-1062.

Branford, J.R., 1981. Sediment and the distribution of Penaeid shrimp in the Sudanese Red Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 13, 349-354.

Camargo, M.G., 2006. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências* 36, 371-378.

- Capparelli, M.V., Kasten, P., Castilho, A.L., Costa, R.C., 2012. Ecological distribution of the shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda, Penaeoidea) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development* 55, 1-7.
- Carvalho, A.S.S., Martinelli-Lemos, J.M., Nevis, A.B., Isaac, V., Species composition and spatial-temporal variation on abundance of Penaeidae shrimps (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary on the North Coast of Brazil. Submetido.
- Castilho, A.L., Pie, M., Fransozo, A., Pinheiro, A.P., Costa, R.C., 2008a. The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp communities (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in South-Eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88, 119-123.
- Castilho, A.L., Furlan, M., Costa, R.C., Fransozo, V., 2008b. Abundance and temporal-spatial distribution of the shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Decapoda, Penaeoidea) from the northern coast of São Paulo state, Brazil. *Senckenbergiana Maritima* 38, 75-83.
- Castrejón, H., Pérez-Castañeda, R., Defeo, O., 2005. Spatial structure and bathymetric patterns of penaeoid shrimps in the southwestern Gulf of Mexico. *Fisheries Research* 72, 291-300.
- Corrêa, A.B., Martinelli, J.M., 2009. Composição da população do camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) no estuário do Rio Curuçá, Pará, Brasil. *Revista Científica da UFPA* 7, 1-18.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Freire, F.A.M., Castilho, A.L., 2007. Abundance and ecological distribution of the “sete-barbas” shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, South-eastern Brazil. *Gulf and Caribbean Research* 19, 33-41.
- Costa, R.C., Lopes, M., Castilho, A.L., Fransozo, A., Simões, S.M., 2008. Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. *Invertebrate Reproduction and Development* 52, 51-58.

Dall, W., Hill., B.J., Rothlisberg, P.C., Staples, D.J., 1990. The Biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S. and Southward, A.J. (Eds.), *Advances Marine Biology*. Academic Press, San Diego, pp. 1-489.

Dias Neto, J., 2011. Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos no Brasil. IBAMA, Brasília, 242 pp. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 08 ago. 2011.

Folk, R.L., Ward W.C., 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3-26.

Fransozo, V., Castilho, A.L., Freire, F.A.M., Furlan, M., Almeida, A.C., Teixeira, G.M., Baeza, J.A., 2009. Spatial and temporal distribution of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) at a subtropical enclosed bay in South America. *Journal of the Marine Biological* 89, 1581-1587.

Fransozo, A., Costa, R.C., Mantelatto, F.L.M., Pinheiro, M.A.A., Santos, S., 2002. Composition and abundance of shrimp species (Penaeidea and Caridea) in Fortaleza bay, Ubatuba, São Paulo, Brazil. In: Alvarez, F, Escobar-Briones, E, (Eds.), *Moddern Approaches Study Crustacea*. Kluwer Academic Publishers, New York, pp. 117-123.

Freire, F.A.M., Luchiari, A., Fransozo, V., 2011. Environmental substrate selection and daily habitual activity in *Xiphopenaeus kroyeri* shrimp (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeioidea). *Indian Journal of Geo-Marine Science* 40, 325-330.

Gillett, R., 2008. *Global Study of Shrimps Fisheries*. FAO, Roma, 331 pp.

Gunter, G., Christmas, J.Y., Killebrew, R., 1964. Some relations of salinity to population distributions motile estuarine organisms, with special reference to penaeid shrimp. *Ecology* 45, 181-185.

Hofmann, A.F., Middelburg, J.J., Soetaert, K., Meysman, F.J.R., 2009. pH modelling in aquatic systems with time-variable acid-base dissociation constants applied to the turbid, tidal Scheldt estuary. *Biogeosciences* 6, 1539-1561.

Holthuis, L.B., 1980. *Shrimps and Prawns of the World*. FAO, Roma, 271 pp.

Isaac, V.J., Dias Neto, J., Damasceno, F.G., 1992. *Camarão Rosa da Costa Norte: Biologia, Dinâmica e Administração Pesqueira*. IBAMA, Brasília, 187 pp.

- Krumbein, W.C., 1934. Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* 4, 65-77.
- Li, J., Clarke, A.J., 2005. Sea surface temperature and the brown shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) population on the Alabama, Mississippi, Louisiana and Texas continental shelves. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64, 261-266.
- Lobry, J., Lepage, M., Rochard, E., 2006. From seasonal patterns to a reference situation in an estuarine environment: Example of the small fish and shrimp fauna of the Gironde estuary (SW France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 70, 239-250.
- Mantelatto, F.L.M., Avelar, W.E.P., Silva, D.M.L., Tomazelli, A.C., Lopez, J.L.C., Shuhama, T., 1999. Heavy metals in the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae) from Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 62, 152-159.
- Martinelli, J.M., 2005. Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do Rio Caeté, litoral Norte do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, não publicado.
- Martorano, L.G., Pereira, L.C., Nechet, D., 1993. Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. *Boletim de Geografia Teorética* 23, 307-312.
- McLusky, D.S., Elliott, M., 2004. *The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management*. Oxford University Press, New York, 223 pp.
- Minello, T.J., Zimmerman, R.J., 1991. The role of estuarine habitats in regulating growth and survival of juvenile penaeid shrimp. *Marine Ecology Progress Series* 90, 273-285.
- Möller Jr., O.O., Castello, J.P., Vaz, A.C., 2009. The Effect of river discharge and winds on the interannual variability of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* production in Patos Lagoon. *Estuaries and Coastal* 32, 787-796.
- New, M.B., 1980. A bibliography of shrimp and prawn nutrition. *Aquaculture* 21, 101-128.
- Nurul Amin, S.M.N., Arshad, A., Siraj, S.S., Japar Sidik, B., 2009. Population structure , growth, mortality and yield per recruit of segestid shrimp, *Acetes japonicus*

(Decapoda: Sergestidae) from the coastal waters of Malacca, Peninsular, Malaysia. *Indian Journal of Marine Sciences* 38, 57-68.

Oliveira, D.B., Silva, D.C., Martinelli, J.M., 2012. Density of larval and adults forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92, 295-303.

Omori, M., 1975. The systematics, biogeography and fishery of epipelagic shrimps of the genus *Acetes* (Crustacea, Decapoda, Sergestidae). *Bulletin of the Ocean Research Institute of University of Tokyo* 7, 1-89.

Pará, 2011. Governo do Estado do Pará. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará. Estatística Municipal, Marapanim. Disponível em: <http://iah.iec.pa.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2011.

Pérez-Castañeda, R., Defeo, O., 2004. Spatial distribution and structure along ecological gradients: penaeid shrimps in a tropical estuarine habitat of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 273, 173-185.

R Development Core Team, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 20 out. 2011.

Rashed-Un-Nabi, Md., Abdulla Al-Mamun, Md., Hadayet Ullah, Md., Golam Mustafa, M., 2011. Temporal and spatial distribution of fish and shrimp assemblage in the Bakkhali river estuary of Bangladesh in relation to some water quality parameters. *Marine Biology Research* 7, 436-452.

Re, A.D., Diaz, F., Sierra, E., Rodríguez, J., Perez, E., 2005. Effect of salinity and temperature on thermal tolerance of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea, Penaeidae). *Journal of Thermal Biology* 30, 618-622.

Riera, P., Montagna, P.A., Kalke, R.D., Richard, P., 2000. Utilization of estuarine organic matter during growth and migration by juvenile brown shrimp *Penaeus aztecus* in a South Texas estuary. *Marine Ecology Progress Series* 199, 205-216.

Santos, J.L., Severino-Rodrigues, E., Vaz-dos-Santos, A.M., 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca 34, 375-389.

Selleslagh, J., Lobry, J., N'Zigou, A.R., Bachelet, G., Blanchet, H., Chaalali, A., Sautour, B., Boët, P., 2011. Seasonal succession of estuarine fish, shrimps, macrozoobenthos and plankton: Physico-chemical and trophic influence. The Gironde estuary as a case study. Estuarine, Coastal and Shelf Science 112, 243-254.

Silva, C.A., Souza-Filho, P.W.M., Rodrigues, S.W.P., 2009. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). Continental Shelf Research 29, 619-631.

Silva, D.C., Martinelli-Lemos, J.M., 2012. Species composition and abundance of the benthic community of Axiidea and Gebiidea (Crustacea: Decapoda) in the Marapanim Bay, Amazon estuary, Brazil. Zoologia 29, 144-158.

Silva, E., Calazans, N., Soares, M., Soares, R., Peixoto, S., 2010. Effect of salinity on survival, growth, food consumption and haemolymph osmolality of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). Aquaculture 306, 352–356.

Silva, K.C.A., Cintra, I.H.A., Souza, R.A.L., Garrido, P.A.M., 2002. Camarões capturados em áreas estuarinas no município de Vigia – Pará - Brasil. Boletim Técnico Científico do CEPNOR 2, 81-86.

Simões, S.M., Castilho, A.L., Fransozo, A., Negreiros-Fransozo, M.L., Costa, R.C., 2013. Distribution related to temperature and salinity of the shrimps *Acetes americanus* and *Peisos petrunkevitchi* (Crustacea: Sergestoidea) in the southeastern Brazilian littoral zone. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93, 753-759.

Simões, S.M., Costa, R.C., Fransozo, A., Castilho, A.L., 2010. Diel variation in abundance and size of the seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. Annals of the Brazilian Academy of Sciences 82, 369-378.

Vilhena, M.P.S.P., Costa, M.L., Berrêdo, J.F., 2010. 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* 29, 427-438.

Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30, 377-392.

Zar, J.H., 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 663 pp.

Capítulo II

O Capítulo II foi elaborado de acordo com as normas da revista Marine Biology, disponíveis no endereço abaixo:

<http://www.springer.com/environment/aquatic+sciences/journal/227>

**O estuário amazônico é realmente uma área-berçário para o camarão-rosa
Farfantepenaeus subtilis (Pérez-Farfante, 1967) (Penaeidae)?**

Valdimere Ferreira e Jussara Moretto Martinelli-Lemos*

Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia - GPECA, Av. Augusto Corrêa 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, Pará, Brasil.

*Correspondência para o autor: jussara@ufpa.br

Resumo: O camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* tem relevante importância ecológica e sócio-econômica e a sua captura nos estuários tropicais é feita em pequena escala pela pesca artesanal que atua sobre o estoque juvenil, implicando na redução da população de adultos do mar adjacente, que por sua vez é alvo da pesca industrial. Este estudo tem o objetivo de gerar informações que subsidiem o manejo sustentável da espécie. As coletas foram feitas mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007 nos períodos chuvoso (janeiro-junho) e seco (julho-dezembro) no Estuário de Marapanim, litoral norte brasileiro, região próxima ao maior banco camaroneiro do mundo. As coletas foram realizadas com arrasto de fundo e arrasto de praia nos setores Médio-Superior (MS), Médio (M) e Inferior (I) do estuário, com dois locais de coleta em cada um. Foram feitos dois arrastos de fundo de cinco minutos e três arrastos de praia em cada local. Para cada arte de pesca, foram verificados a temperatura, a salinidade e o pH da água superficial, a profundidade da coluna d'água, o teor de matéria orgânica e a granulometria do sedimento. A salinidade diferiu significativamente entre os setores e entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$). Foram analisados 5.639 camarões-rosa, sendo 2.146 (38 %) machos, 2.496 (44 %) fêmeas e 997 (18 %) indeterminados. O comprimento médio do cefalotórax das fêmeas foi superior aos machos e diferiu em março ($p < 0,05$) com 13,7 mm e 12,8 mm, respectivamente. As fêmeas foram mais abundantes e a razão sexual foi de 0,8:1 (macho:fêmea) com destaque para janeiro, fevereiro e maio ($p < 0,05$). Os juvenis foram predominantes com maior frequência de janeiro a junho indicando que o Estuário de Marapanim funciona como berçário natural para *F. subtilis*, sendo um ecossistema prioritário para conservação da espécie e de ações governamentais para implementação de medidas de manejo para a pesca artesanal.

Palavras-chave: maturação gonadal, razão sexual, recrutamento.

1 INTRODUÇÃO

Os penaeídeos estão entre os camarões marinhos de maior importância econômica da costa brasileira e de outros países tropicais, proporcionando-lhes altos rendimentos econômicos (Neal e Maris 1985; Yáñez-Arancibia 1986; D’Incao 1991; Isaac et al. 1992; Pérez-Castañeda e Defeo 2005; Dias Neto 2011). Entre estes penaeídeos, destacam-se *Farfantepenaeus subtilis* na região Norte do Brasil e *F. paulensis* Pérez-Farfante, 1967 e *F. brasiliensis* Latreille, 1970 no Sul e Sudeste do Brasil, denominados popularmente de camarão-rosa. A pesca industrial de *F. subtilis* na costa brasileira, atualmente considerado como um recurso sobrepescado no Brasil (MMA 2004), ocorre em um dos principais bancos camaroneiros mundiais que abrange os três estados da Amazônia Oriental (Pará, Maranhão e Amapá) em profundidades que variam entre 40 a 60 m (Isaac et al. 1992). Em estuários, a captura é feita em pequena escala pela pesca artesanal que atua sobre o estoque juvenil (Gillett 2008) o que pode comprometer as populações de adultos no mar adjacente.

Com uma distribuição desde o Norte de Cuba a Cabo Frio no Rio de Janeiro (Brasil), *F. subtilis* ocorre em profundidade de até 190 m (Holthuis 1980; Zolessi e Philippi 1995) em ambientes com ampla variação de salinidade, elevada temperatura e substrato areno-lamoso (Pérez-Farfante 1967). As pós-larvas de *Farfantepenaeus* são levadas pelas correntes em direção à costa e adentram os estuários ou lagoas costeiras em busca de alimento e proteção. Quando juvenis, retornam ao ambiente marinho onde ocorre a reprodução e a desova, completando seu ciclo de vida (Minello e Zimmerman 1991; Isaac et al. 1992).

O *F. paulensis* com ocorrência da Bahia (Nordeste do Brasil) ao nordeste argentino (Mar del Plata) é amplamente capturado no Sul do Brasil (D’ Incao 1991; Möller Jr et al. 2009; Pereira e D’ Incao 2012). A pesca é desenvolvida principalmente sobre os juvenis e em algumas localidades é a atividade de maior impacto social e econômico (Pereira e D’ Incao 2012). As safras são diretamente dependentes da disponibilidade de pós-larvas que adentram o estuário e das condições meteorológicas locais, como o vento e a precipitação pluvial (Pereira e D’ Incao 2012). O camarão-rosa *F. brasiliensis* ocorre desde a Carolina do Norte (EUA) ao Rio Grande do Sul (Brasil). Tem o ciclo de vida característico dos camarão-rosa *F. subtilis* e *F. paulensis*, ou seja, a reprodução ocorre no oceano, seus ovos são bentônicos e a fase larval planctônica. As pós-larvas adentram o estuário para o seu desenvolvimento e quando juvenil retorna ao oceano para dar início ao processo reprodutivo (Leite Jr e Petrere Jr 2006).

Considerando a importância do estuário como berçário para várias espécies, objetiva-se efetuar a descrição da estrutura populacional do camarão-rosa *F. subtilis* em termos de tamanho, peso, razão sexual e estádios de maturação gonadal entre os diferentes setores e períodos sazonais do estuário de Marapanim, comparando com as espécies congêneres *F. paulensis* e *F. brasiliensis*. O estuário de Marapanim é um berçário para o camarão-rosa *F. subtilis*?

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e tratamento das amostras

As coletas foram feitas mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007 no Estuário de Marapanim (00°32'S/47°28'W e 00°52'S/47°45'W), sendo janeiro a junho correspondente ao período chuvoso e julho a dezembro ao seco (Egler e Schwassmann 1962; Moraes et al. 2005). As amostragens foram realizadas com diferentes artes de pesca (arrasto de fundo e arrasto de praia) em diferentes profundidades permitindo maior abrangência de dados. Para analisá-los, a área foi distinta pelos setores Médio-Superior (MS), Médio (M) e Inferior (I) com dois locais de coleta em cada um (Fig. 1). Foram feitos dois arrastos de fundo de cinco minutos em cada local com velocidade de aproximadamente 1,7 nós e um GPS (Global Positioning System) foi utilizado para calcular a distância arrastada. A rede de arrasto de fundo possuía comprimentos de 8,62 m na tralha superior e 10,43 m na tralha inferior e malha de 13 e 5 mm nas seções principal e final, respectivamente. Três arrastos de praia foram feitos em cada local em uma distância de 100 m cada, cobrindo uma área total equivalente a 450 m². A rede de puçá de arrasto possuía 3 m de comprimento, 1,5 m de largura, 1,3 m de abertura e malha de 10 mm entre nós opostos e a área arrastada foi calculada através da largura da rede (m)*distância percorrida (m).

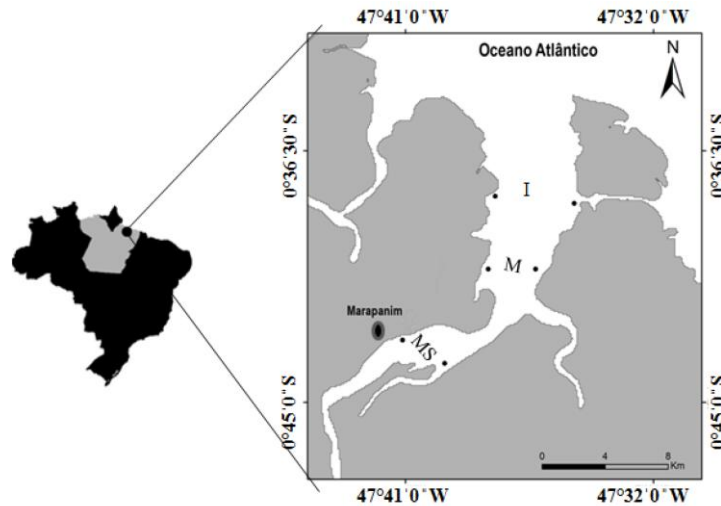


Fig. 1 Estuário de Marapanim e os setores amostrados. I: setor Inferior; M: setor Médio; MS: setor Médio-Superior.

Em cada local, para cada arte de pesca, foram verificadas a temperatura, a salinidade e o potencial hidrogeniônico da água superficial, a profundidade da coluna d'água, o teor de matéria orgânica e a granulometria do sedimento. A temperatura e o pH foram medidos com um analisador multiparâmetro YSI 556 MPS. A salinidade foi verificada com um refractômetro óptico Atago, a profundidade foi verificada com uma corda graduada em centímetros e as amostras de sedimento foram coletadas com pegador de fundo van Veen ($0,16 \text{ m}^2$). A análise granulométrica foi feita através de peneiramento mecânico. Previamente secas em estufa a 60°C , amostras de 100 g foram agitadas durante 15 minutos. O tamanho dos grãos foi classificado em: cascalho médio ($> 4,75 \text{ mm}$); cascalho fino ($4,75 - 3,36 \text{ mm}$); areia muito grossa ($3,35 - 1,01 \text{ mm}$); areia grossa ($1 - 0,51 \text{ mm}$); areia média ($0,5 - 0,21 \text{ mm}$); areia fina ($0,2 - 0,126 \text{ mm}$); areia muito fina ($0,125 - 0,063 \text{ mm}$); silte e argila ($< 0,063 \text{ mm}$) (Wentworth 1922). Posteriormente, foram calculados os valores de phi (ϕ), pela fórmula $\phi = -\log_2 d$, onde $d =$ diâmetro do grão (mm) (Krumbein 1934), sendo $-2 = \phi < -1$ (cascalho fino), $-1 = \phi < 0$ (areia muito grossa), $0 = \phi < 1$ (areia grossa), $1 = \phi < 2$ (areia média), $2 = \phi < 3$ (areia fina), $3 = \phi < 4$ (areia muito fina), $\phi \geq 4$ (silte e argila). O teor de matéria orgânica (%) foi obtido com três réplicas de 30 g cada, secas a 60°C , aquecidas na mufla a 500°C por três horas e posteriormente, pesadas.

Foram verificados os Comprimentos Total (CT), correspondente à extremidade posterior da cavidade ocular à margem posterior do télson e do Cefalotórax (CC) que vai da extremidade posterior da cavidade ocular à margem posterior do cefalotórax com um paquímetro digital (0,1 mm) e o peso total dos camarões (PT) em balança de precisão (0,01

g). O grau de maturação foi feito por observação macroscópica, segundo a classificação de Pérez-Farfante (1967) e Machado et al. (2009), sendo distinguidos quatro estádios para machos e fêmeas: I (imaturo), ED (em desenvolvimento), DE (desenvolvido) e RE (repouso). A identificação dos estádios gonadais para as fêmeas foi baseada no desenvolvimento e coloração dos ovários e o estágio de desenvolvimento para os machos na coloração da ampola terminal e projeção do petasma.

2.2 Análises dos dados

As variáveis ambientais, coletadas aonde foram efetuados os arrasto de fundo e de praia, foram expressas baseadas na média e erro padrão mensais em cada setor. O diâmetro dos grãos (ϕ) e a porcentagem das partículas no sedimento foram analisados estatisticamente através das equações propostas por Folk e Ward (1957) com o programa Sysgran (Camargo 2006). Para verificar se havia diferença significativa da distribuição das variáveis ambientais e da abundância de *F. subtilis* nos setores e meses foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis seguido do teste de comparações de Student-Newman-Keuls após verificação de não normalidade pelo teste Shapiro-Wilk. A frequência em classe de comprimento do cefalotórax de *F. subtilis* foi referente ao total de camarões e agrupadas em intervalo de 1 mm a fim de facilitar a comparação com resultados já obtidos em estuários amazônicos por Martinelli (2005). Foram utilizados neste estudo, os resultados de Martinelli (2005) para o tamanho no qual metade da população de machos e fêmeas de *F. subtilis* ($L_{50} = 22$ mm) está apta à reprodução. Para verificar se o comprimento do cefalotórax diferia entre machos e fêmeas, foi aplicado o teste de Mann-Whitney para os dados mensais e setoriais e a proporção sexual mensal foi testada com o qui-quadrado com a correção de Yates. Para todos os testes o nível de significância adotado foi 5%.

3 RESULTADOS

As variáveis ambientais não diferiram significativamente entre os meses e entre os setores, exceto a salinidade entre o Inferior e Médio-Superior e os meses, períodos chuvoso e seco ($p < 0,05$), Fig. 2. A salinidade foi maior de julho a dezembro no estuário Inferior. No setor Médio-Superior foram registrados os menores valores em todos os meses com mínima de 4 em março. A temperatura mínima observada foi de $27,7 \pm 0,3$ °C em fevereiro nos setores Médio-Superior e Médio e a máxima de $29,4 \pm 0,7$ °C nos setores Inferior em maio e Médio-Superior em outubro. O pH mínimo de $6 \pm 0,3$ e máximo de 8,7 foram observados em janeiro nos setores Médio-Superior e Inferior, respectivamente. Em todos os setores a

profundidade mínima foi de 1,8 m e no setor Inferior a máxima foi de 2,8 m. O setor Médio-Superior apresentou maior teor de matéria orgânica em todos os meses, exceto em junho quando a máxima de $38 \pm 24,9$ % foi observada no setor Inferior e os grãos arenosos finos foram predominantes no setor Médio (Fig. 2).

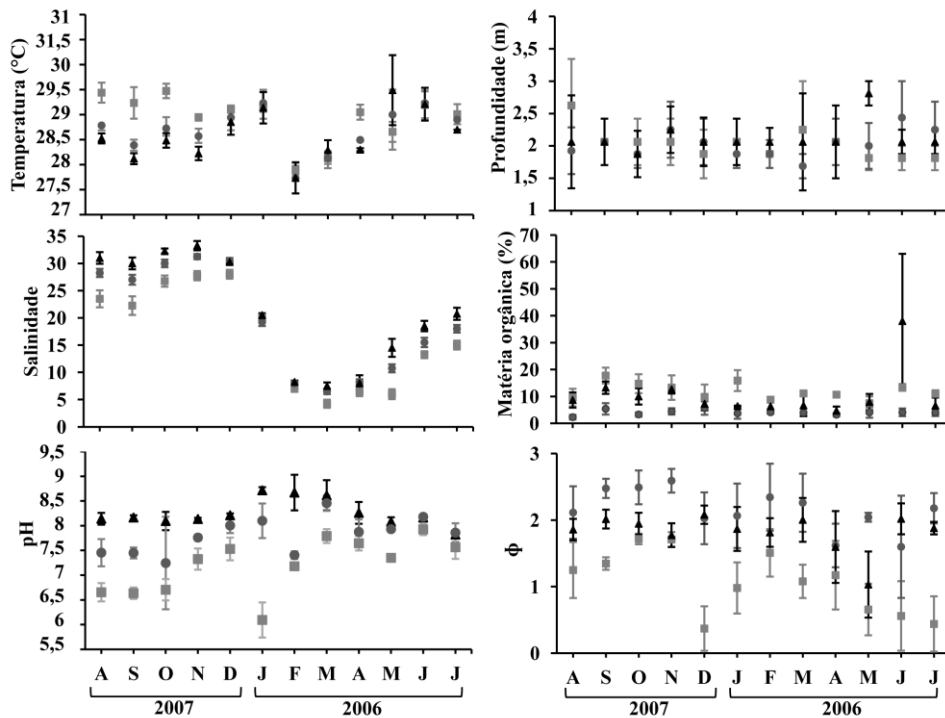


Fig. 2 Valores médios (\pm ep) de temperatura ($^{\circ}$ C), salinidade e pH da água superficial, profundidade da coluna d'água, teor de matéria orgânica e diâmetro dos grãos (ϕ) coletados no arrasto de fundo e arrasto de praia no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. Triângulo: setor Inferior; círculo: setor Médio; quadrado: setor Médio-Superior.

Foram analisados 5.639 camarões-rosa *F. subtilis* sendo 2.146 (38 %) machos, 2.496 (44 %) fêmeas e 997 (18 %) juvenis cujo sexo não pode ser determinado. Os comprimento total médio ($CT_{\text{médio}}$: $12,49 \pm 3,7$ mm), total máximo (CT_{Max} : 57,26 mm) e o peso total máximo ($PT_{\text{máx}}$: 15,42 g) das fêmeas foram maiores que os machos (Tabela 1).

Tabela 1 Número de indivíduos, comprimento total (CT) e peso total (PT) de machos, fêmeas e camarões com sexo indeterminado de *Farfantepenaeus subtilis* no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007.

	n	CT (mm) (média ± dp)	CT mínimo e máximo (mm)	PT mínimo e máximo (g)
Macho	2.146	12,25 ± 3	9,71 - 111,29	0,04 - 10,75
Fêmea	2.496	12,49 ± 3,7	10,21 - 120,34	0,04 - 15,42
Indeterminado	997	7,16 ± 2,37	15,36 - 103,55	0,01 - 6,67

O comprimento do cefalotórax entre machos e fêmeas não diferiu nos setores ($p > 0,05$) e a abundância do camarão-rosa foi mais elevada no setor mais próximo do mar aberto (Inferior) (Tabela 2). O CC médio, em mm, de machos e fêmeas foi crescente nos setores em direção estuário-oceano com 11,7 (Inferior), 12,1 (Médio) e 12,8 (Médio-Superior) para os machos e 11,9 (Inferior), 12 (Médio) 13,2 (Médio-Superior) para as fêmeas (Tabela 2).

Tabela 2 Número total, média, desvio padrão (s), valores mínimo e máximo e valor de p para o comprimento do cefalotórax (CC) de machos e fêmeas de *Farfantepenaeus subtilis* no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007 em relação aos setores .

Setor	Dados (CC -mm)	Macho	Fêmea	Total
MS	N	789	884	1.673
	CC _{mín}	4,9	4,9	4,9
	CC _{máx}	19,2	57,2	57,2
	CC _{médio}	11,7	11,9	11,8
	S _{CC}	2,6	3,5	3,1
	P	> 0,05		
M	N	494	625	1.119
	CC _{mín}	5,4	5	5
	CC _{máx}	22,7	25,9	25,9
	CC _{médio}	12,12	12	12
	S _{CC}	2,8	3,5	3,2
	P	>0,05		
I	N	863	987	1.850
	CC _{mín}	5	4,7	5
	CC _{máx}	24,7	28,4	28,4
	CC _{médio}	12,8	13,2	13
	S _{CC}	3,2	3,9	3,6
	P	p>0,05		

Para os setores, o comprimento do cefalotorax de machos e fêmeas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre o Inferior e os setores Médio e Médio-Superior.

O camarão-rosa foi mais abundante em janeiro e em março e o comprimento do cefalotórax (CC) apresentou diferença significativa entre os sexos apenas em março ($p < 0,05$) com 12,8 mm para os machos e 13,7 mm para as fêmeas (Tabela 3). Em junho foram observados os comprimentos máximos de cefalotórax para machos e fêmeas com 8,1 mm e 57,2 mm, respectivamente, e em setembro o mínimo para machos com 0,5 mm e em fevereiro para as fêmeas com 4,2 mm (Tabela 3).

Tabela 3 Número total, média, desvio padrão (s), valores mínimo e máximo e valor de p para os comprimentos do cefalotórax (CC) de machos (M) e fêmeas (F) de *Farfantepenaeus subtilis* no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007 em relação aos meses.

Mês	Dados (CC - mm)	M	F	Total	Mês	Dados (CC - mm)	M	F	Total
Jan	n	484	628	1.112	Jul	n	55	58	113
	CC _{mín}	5,4	6,2	5,4		CC _{mín}	7,7	6,9	6,9
	CC _{máx}	22,7	28,4	28,4		CC _{máx}	19	19,2	19,2
	CC _{médio}	11	11,1	11,1		CC _{médio}	11,9	11,5	11,7
	S _{CC}	2,6	3,2	3		S _{CC}	3	3,1	3
	p	>0,05				p	>0,05		
Fev	n	238	311	549	Ago	n	106	101	207
	CC _{mín}	4,7	4,2	4,7		CC _{mín}	7,3	6,8	6,8
	CC _{máx}	19,3	23,6	23,6		CC _{máx}	18,2	17,2	18,2
	CC _{médio}	11,9	11,8	11,8		CC _{médio}	12,5	12,3	12,4
	S _{CC}	3	3,7	3,4		S _{CC}	2,1	2,2	2,2
	p	>0,05				p	>0,05		
Mar	n	538	574	1.112	Set	n	44	45	89
	CC _{mín}	6,2	6,3	6,2		CC _{mín}	0,5	6,8	6,8
	CC _{máx}	21,3	25,9	25,9		CC _{máx}	18,1	19,1	19,1
	CC _{médio}	12,8	13,7	13,3		CC _{médio}	11	12	11,5
	S _{CC}	3	3,6	3,3		S _{CC}	3,3	3,5	3,4
	p	<0,05				p	>0,05		
Abr	n	121	133	254	Out	n	66	78	144
	CC _{mín}	7,2	6,4	6,4		CC _{mín}	6,4	6,5	6,4

	CC _{máx}	24,7	28,4	28,4		CC _{máx}	19,1	19,3	19,3
	CC _{médio}	13,9	13,8	13,9		CC _{médio}	11,8	11,3	11,5
	SCC	3,2	4,2	3,6		S _{CC}	3	3,4	3,2
	p	>0,05				p	>0,05		
Mai	n	125	159	284	Nov	n	96	83	179
	CC _{mín}	6,6	5,4	5,4		CC _{mín}	6,4	7,4	6,4
	CC _{máx}	20,7	25,2	25,2		CC _{máx}	18,9	18,6	18,9
	CC _{médio}	14,2	14,6	14,4		CC _{médio}	11,9	12,7	12,3
	S _{CC}	3,1	4	3,7		S _{CC}	2,9	2,9	2,9
	p	>0,05				p	>0,05		
Jun	n	106	136	242	Dez	n	167	190	357
	CC _{mín}	8,1	6,3	6,3		CC _{mín}	6,9	5	5
	CC _{máx}	19,8	57,2	57,2		CC _{máx}	18,9	19,9	19,9
	CC _{médio}	13,4	13,8	13,7		CC _{médio}	11,2	11,2	11,2
	S _{CC}	2,4	4,7	3,9		S _{CC}	2,5	2,8	2,7
	p	>0,05				p	>0,05		

*em negrito p<0,05

Em todos os setores do estuário, a proporção sexual entre machos e fêmeas (p<0,05) apresentou diferença significativa em favor das fêmeas (Fig. 3).

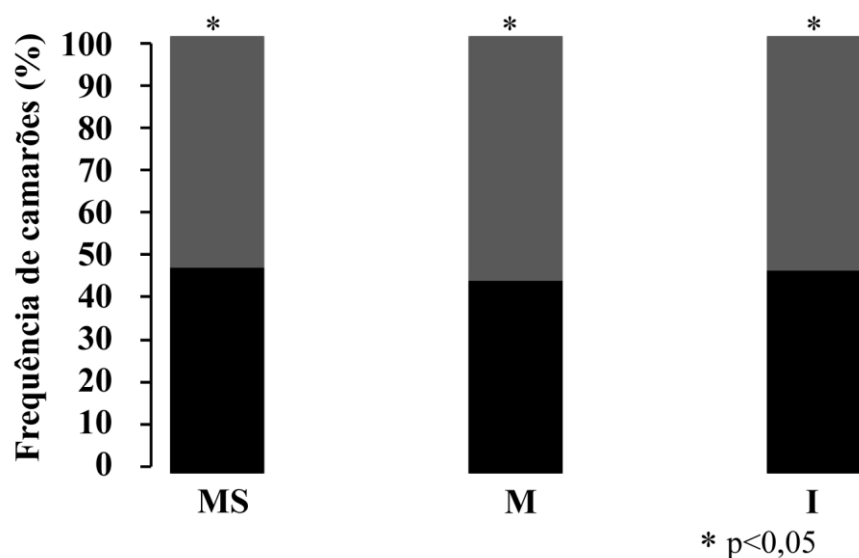


Fig. 3 Proporção de *Farfantepenaeus subtilis* nos setores do Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007 em relação aos sexos. ■ Macho e ■ Fêmea. *p < 0,05.

Mensalmente, as fêmeas contribuíram com o maior número de indivíduos e a diferença na frequência de machos e fêmeas foi significativamente maior para estas últimas nos meses chuvosos de janeiro, fevereiro e maio ($\chi^2 = 26,38$; $p < 0,05$) (Fig. 4).

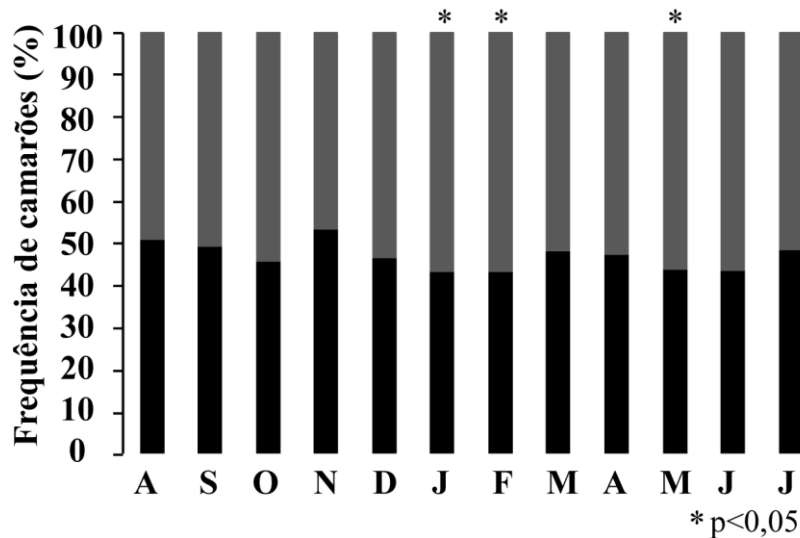


Fig. 4 Proporção mensal de *Farfantepenaeus subtilis* no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007 em relação aos sexos. ■ Macho e ■ Fêmea. * $p < 0,05$.

A razão sexual diferiu de 1:1 com as fêmeas em maior proporção e apresentou diferença significativa em janeiro, fevereiro e maio (Tabela 4).

Tabela 4 Razão sexual de *Farfantepenaeus subtilis* no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. M = machos, F = fêmeas e χ^2 = Qui-Quadrado.

Mês	Machos	Fêmeas	Total	M:F	χ^2
Jan	484	628	1.112	0,7:1	18,6
Fev	238	311	549	0,7:1	9,71
Mar	538	574	1.112	0,9:1	1,1
Abr	121	133	254	0,9:1	0,5
Mai	125	159	284	0,7:1	4
Jun	106	136	242	0,7:1	3,7
Jul	55	58	113	0,9:1	0,0
Ago	106	101	207	1:1	0,12
Set	44	45	89	0,9:1	0,0
Out	66	78	144	0,8:1	1
Nov	96	83	179	1,1:1	0,9
Dec	167	190	357	0,8:1	1,4
Total	2.146	2.496	4.642	0,8:1	26,38

*em negrito $p < 0,05$

No setor Médio-Superior foi encontrada apenas uma fêmea adulta e nos setores Médio e Inferior houve maior ocorrência de camarões adultos, com destaque para o setor mais próximo ao mar aberto (Inferior) (Fig. 5).

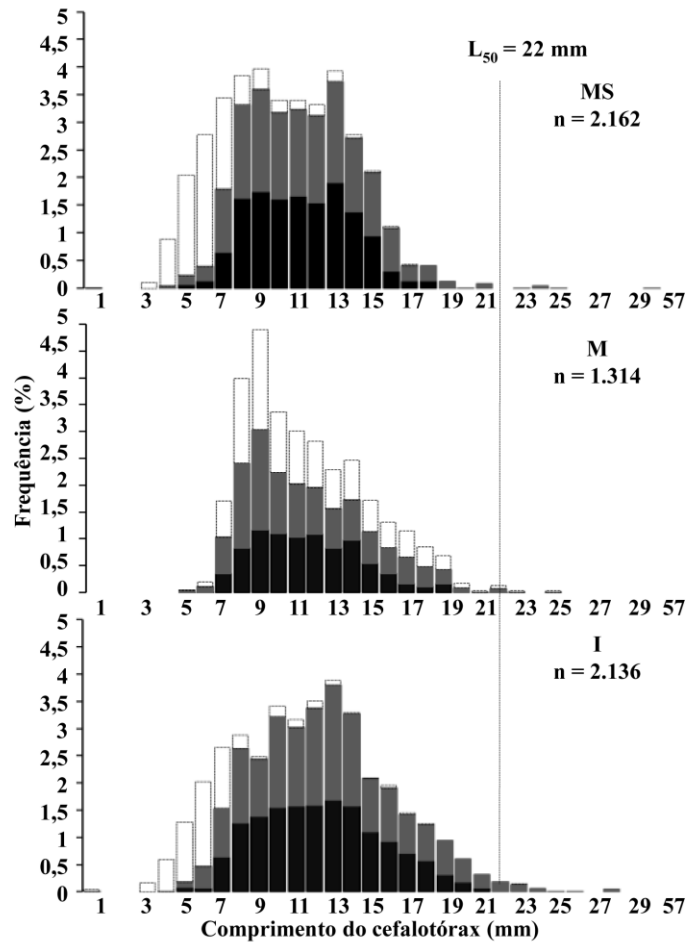


Fig. 5 Distribuição da frequência por classe de comprimento (comprimento do cefalotórax) de *Farfantepenaeus subtilis* nos setores amostrados no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. ■ Macho, ■ Fêmea e □ Indeterminado. L_{50} = tamanho no qual metade da população atinge a maturidade sexual. Fonte: Martinelli, 2005.

Os camarões com sexo indeterminado (menores classes de comprimento) foram mais frequentes nos meses de maior salinidade do período chuvoso (janeiro) e seco (setembro a dezembro) (Fig. 6). A presença de camarões adultos foi observada de janeiro a junho com indivíduos adultos distribuídos nas classes superiores ao $L_{50} = 22$ mm (Fig. 6).

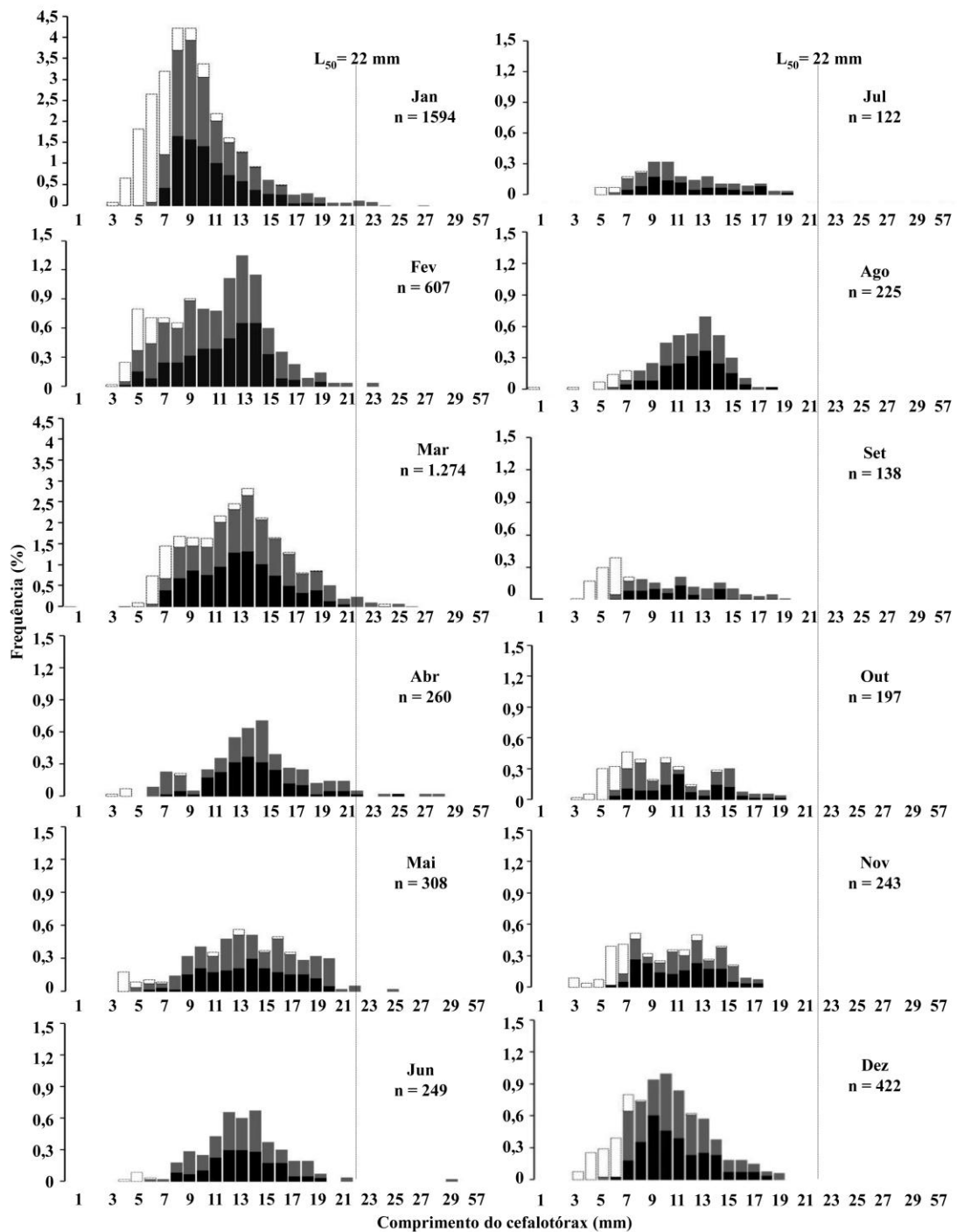


Fig. 6 Distribuição da frequência por classe de comprimento (comprimento do cefalotórax) de *Farfantepenaeus subtilis* nos meses amostrados no Estuário de Marapanim (PA) de agosto de 2006 a julho de 2007. ■ Macho, ■ Fêmea e □ Indeterminado. L_{50} = tamanho no qual metade da população atinge a maturidade sexual. Fonte: Martinelli, 2005.

Os camarões imaturos predominaram em todos os meses, correspondendo à 100% da população em agosto e setembro. Camarões com gônadas em desenvolvimento foram

encontrados nos períodos seco e chuvoso, e com gônadas desenvolvidas e em repouso apenas no período chuvoso (janeiro a junho).

4 DISCUSSÃO

A ligação direta com o Oceano Atlântico e com a planície fluvial (Silva et al. 2009) permite significativa variação da salinidade no estuário de Marapanim. De julho a dezembro, que corresponde ao período seco, ocorre uma forte influência marinha elevando o teor salino do estuário e nos meses chuvosos a elevada precipitação pluviométrica dificulta a penetração de águas mais salinas (Berrêdo et al. 2008a; Vilhena et al. 2010). Para o ano estudado, janeiro foi considerado atípico, pois apesar de ser chuvoso apresentou elevada salinidade devido aos baixos índices pluviométricos e o padrão sazonal da temperatura não diferiu do observado no estuário em trabalhos anteriores (Martorano et al. 1993; Moraes et al. 2005; Berrêdo et al. 2008a). O pH foi analisado somente no arrasto de fundo e a acidez observada no setor próximo ao continente tem forte contribuição da vegetação de manguezal muito presente no estuário (Berrêdo et al. 2008a). O sedimento do Estuário de Marapanim formado principalmente por grãos arenosos devido a ação de ondas, ventos e marés (Berrêdo et al. 2008a; Silva et al. 2009) tem elevado teor de matéria orgânica resultante da decomposição da vegetação e de animais (Berrêdo et al. 2008b).

A abundância das espécies *Farfantepenaeus* no ambiente estuarino depende de fatores como a interação entre variáveis ambientais, crescimento e mortalidade (Pérez-Castañeda e Defeo 2005). Fatores como salinidade, temperatura e sedimento influenciam na abundância de *Farfantepenaeus* (Branford 1981; Pérez-Castañeda e Defeo 2004; Costa et al. 2008; Ferreira e Martinelli-Lemos – Capítulo I desta dissertação) e o Estuário de Marapanim é caracterizado por condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de *F. subtilis*.

As fêmeas de *F. subtilis* foram mais abundantes, com maior tamanho e peso em relação aos machos corroborando com os resultados obtidos para o litoral norte (Isaac e Dias Neto 1992; Cintra et al. 2004; Corrêa e Martinelli 2009; Aragão 2012 não publicado), nordeste (Santos e Magalhães 2001), Guianas e com outras espécies *Farfantepenaeus* (Costa e Fransozo 1999; Pérez-Castañeda e Defeo 2001; Leite Jr e Petrere Jr 2009; Freitas Jr et al. 2011).

A distribuição espaço-temporal de penaeídeos no estuário é favorecida pela proximidade da foz estuarina (Pérez-Castañeda e Defeo 2004) o que pode ter influenciado a maior abundância e tamanho médio do camarão-rosa no setor Inferior. A diminuição da

salinidade aliada à intensa desova favoreceu a elevada abundância nos meses chuvosos (Martinelli 2005; Carvalho et al. submetido). A relação da salinidade com a abundância das espécies *Farfantepenaeus* pode variar, pois *F. paulensis* e *F. brasiliensis* apresentaram elevada abundância em ambientes com salinidade acima de 20 na região subtropical (Costa et al. 2008), porém, na região sul do Brasil *F. paulensis* foi abundante em águas com salinidade abaixo de 20 (D’Incao 1991). Para Costa et al. (2008), *F. paulensis* e *F. brasiliensis* preferem ambientes com alta salinidade, porém a primeira é mais tolerante à variação. Salinidade abaixo de 15 foi considerado como fator limitante para *F. brasiliensis* em um estuário do Sudeste brasileiro (Costa et al 2008).

O Estuário de Marapanim apresentou temperaturas elevadas o que favoreceu a abundância da espécie. Estudos com *F. paulensis* e *F. brasiliensis* mostraram que temperaturas abaixo de 21 °C podem ser limitantes à espécie (Costa et al. 2008). Além da salinidade e temperatura, a predominância de sedimento com granulometria fina (areia fina, silte e argila) favoreceram a abundância de *F. subtilis*, pois penaeídeos mostram um aumento da abundância com a diminuição da granulometria (Branford 1981; Ferreira e Martinelli-Lemos – Capítulo I desta dissertação).

A proporção sexual diferiu do esperado de 1:1 sendo favorável às fêmeas e significativa nos meses chuvosos, corroborando com os resultados obtidos em outros estuários amazônicos (Martinelli 2005; Corrêa e Martinelli 2009; Carvalho et al. submetido). A maior proporção de fêmeas do camarão-rosa está relacionada a fatores como crescimento, migração, mortalidade (D’Incao 1990; Pérez-Castañeda e Defeo 2005) e à biologia (Coelho e Santos 1995) em que o maior número de fêmeas aumenta o sucesso reprodutivo da espécie. As fêmeas de *F. subtilis* apresentam comprimento superior aos machos (Santos e Magalhães 2001; Martinelli 2005; Carvalho et al. submetido), o que pode ser atribuído ao processo reprodutivo dada a necessidade de maior espaço para o desenvolvimento das gônadas (Rodriguez 1987).

O camarão-rosa da costa Norte apresenta dois picos reprodutivos, março e setembro, sendo o primeiro mais intenso (Isaac et al. 1992; Aragão 2012 não publicado). A presença de camarões de *F. subtilis* nas maiores classes de comprimento no Estuário de Marapanim ocorre entre março-julho coincidindo com o período chuvoso. A fase estuarina dos camarões é caracterizada pelo rápido crescimento ficando em torno de seis a oito meses no estuário (Martinelli 2005) e contínua migração para o mar aberto (Dall et al. 1990; Isaac et al. 1992) onde as fêmeas residem menos tempo que os machos (Santos e Magalhães 2001). No Sul do Brasil, na Lagoa dos Patos, os picos de *F. paulensis* ocorrem no verão e início do outono

favorecidos pela salinidade, esta influenciada pela pluviosidade e pelos ventos (Moller et al. 2009; Pereira e D’Incao 2012).

O conhecimento do tamanho de primeira maturação gonadal é fundamental para a administração racional dos estoques de camarões (Branco et al. 1999). Os camarões de *F. subtilis* iniciam, pela primeira vez, o processo de maturação gonadal a partir de três meses de idade (Isaac et al. 1992) e o tamanho de primeira maturação do cefalotórax na costa Norte é de 22 mm (Martinelli 2005). A partir desta informação ($L_{50}=22$ mm), a quase totalidade de camarões no Estuário de Marapanim foram considerados juvenis. A predominância de juvenis na população reforça a importância da área para o desenvolvimento dos camarões (Fransozo et al. 2000) que migrarão para o mar aberto onde serão recrutados à população adulta (Chagas-Soares et al. 1995; Branco; Verani, 1998a, 1998b; Aragão 2012 não publicado).

Durante o período chuvoso onde há maior disponibilidade de alimento foram encontrados indivíduos maduros (Isaac et al. 1992; Martinelli 2005) o que indica que a reprodução pode estar relacionada ao período de maior intensidade de chuvas. Estes resultados mostram que o período de defeso para o camarão-rosa na região Norte, que ocorre de 15 de dezembro a 15 de fevereiro (MMA, 2012), período chuvoso, é adequado para a proteção dos indivíduos que migram para o estuário.

O Estuário de Marapanim tem importância fundamental para a população de *F. subtilis* funcionando como área de berçário e desenvolvimento de juvenis ao longo do ano com destaque para os meses chuvosos quando ocorre o recrutamento mais intenso ao estuário. Estes resultados indicam que a hipótese deste estudo foi aceita e que o período de defeso adotado pelo IBAMA é adequado sobre a população do camarão-rosa no estuário de Marapanim.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento dos projetos CT-Amazônia 32/2005 BIODUCA/CNPq (Processo 553106/2005-8) e MCT-CNPq 02/2006 (Processo 472009/2006-0) e pela concessão de bolsa à primeira autora do trabalho. Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis pela licença para a coleta dos camarões, a Universidade Federal do Pará pelo suporte logístico e ao Grupo de Pesquisa em Ecologia de Crustáceos da Amazônia e demais colaboradores pela realização das coletas e tratamento das amostras.

REFERÊNCIAS

- Aragão JAN (2012) Dinâmica populacional e avaliação do estoque do camarão rosa (*Farfantepenaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967) na plataforma continental amazônica brasileira. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, não publicado.
- Branco JO, Branco MJL, Souto FX, Guerra CR (1999) Estrutura populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio Itajaí-Açú, SC, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 42:115-126.
- Branco JO, Verani JR (1998a) Aspectos bioecológicos do camarão-rosa *Penaeus brasiliensis* Latreille (Natantia, Penaeidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 15: 345-351.
- Branco JO, Verani JR (1998b) Estudo populacional do camarão-rosa *Penaeus paulensis* Perez Farfante (Natantia, Penaeidae) na Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 15: 353-364.
- Berrêdo JF, Costa ML, Progene, MPS (2008a) 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: 473-482.
- Berrêdo JF, Costa ML, Vilhena MPSP, Santos JT (2008b) Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). *Revista Brasileira de Geociências* 38: 24-35.
- Branford JR (1981) Sediment and the distribution of Penaeid shrimp in the Sudanese Red Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 13: 349-354.
- Carvalho ASS, Martinelli-Lemos JM, Nevis AB, Isaac V (submetido) Species composition and spatial-temporal variation on abundance of Penaeidae shrimps (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary on the North Coast of Brazil.
- Camargo MG (2006) SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências* 36: 371-378.
- Chagas-Soares F, Pereira OM, Santos EP (1995) Contribuição ao ciclo hidrológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis*

Pérez-Farfante, 1967, na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca 22: 49-59.

Cintra IHA, Aragão JAN, Silva KCA (2004) Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), na região norte do Brasil. Boletim Técnico-Científico do CEPNOR 4: 21-29.

Coelho PA, Santos MCF (1995) Época da reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região da foz do rio São Francisco. Boletim Técnico-Científico do CEPENE 3: 122-140.

Corrêa AB, Martinelli JM (2009) Composição da população do camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) no estuário do rio Curuçá, Pará, Brasil. Revista Científica da UFPA 7: 1-18.

Costa RC, Fransozo A, Pinheiro MAA, Santos S, Mantelatto FLM (2000) Juvenile recruitment of the sea bob *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidea) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. Nauplius 8: 179-184.

Costa RC, Fransozo A (1999) A nursery ground for two tropical pink-shrimp *Farfantepenaeus* species: Ubatuba Bay, Northern coast of São Paulo, Brazil. Nauplius 7: 73-81.

Costa RC, Lopes M, Castilho AL, Fransozo A, Simões SM (2008) Abundance and distribution of juvenile pink shrimps *Farfantepenaeus* spp. in a mangrove estuary and adjacent bay on the northern shore of São Paulo State, southeastern Brazil. Invertebrate Reproduction and Development 52: 51-58.

D'Incao F (1991) Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Atlântica 13: 159-169.

D'Incao F(1990) Mortalidade de *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez Farfante, 1967 no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Atlântica 12: 31-51.

Dias Neto J (2011) Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos no Brasil. IBAMA, Brasília. <http://www.ibama.gov.br>. Acessado 08 agosto 2011.

- Dall W, Hill BJ, Rothlisberg PC, Staples DJ (1990) The Biology of the Penaeidae. In: Blaxter JHS, Southward AJ (eds) *Advances Marine Biology*. Academic Press, San Diego, pp 1-489.
- Egler WA, Schawassmann HO (1962) Limnological studies in the amazon estuary. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi* 1: 2-25.
- Folk RL, Ward WC (1957) Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27: 3-26.
- Freitas Jr F, Fracasso HAA, Branco JO, Christoffersen ML (2011) Ten-year variations in population structure of pink-shrimp in a Southwestern Atlantic bay affected by highway construction. *Brazilian Journal of Oceanography* 59: 377-390.
- Gillett R (2008) *Global study of shrimps fisheries*. FAO, Roma.
- Holthuis LB (1980) *Shrimps and prawns of the world*. FAO, Roma.
- Isaac VJ, Dias Neto J, Damasceno FG (1992) *Camarão rosa da Costa Norte: biologia, dinâmica e administração pesqueira*. IBAMA, Brasília.
- Krumbein WC (1934) Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* 4: 65-77.
- Leite Jr NO, Petrere Jr M (2006) Growth and mortalities of the pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 *F. paulensis* Pérez-Farfante 1967 in Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66: 523-536.
- Machado IF, Dumont LFC, D’Incao F (2009) Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti* - Decapoda, Penaeidae) in southern Brazil. *Atlântica* 31: 169-175.
- Martinelli JM (2005) *Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do Rio Caeté, litoral Norte do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, não publicado.
- Martorano LG, Pereira LC, Nechet D (1993) Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. *Boletim de Geografia Teorética* 23: 307-312.

- Minello TJ, Zimmerman RJ (1991) The role of estuarine habitats in regulating growth and survival of juvenile penaeid shrimp. *Marine Ecology Progress Series* 90: 273-285.
- MMA (2004) Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa Nº 5, de 21 de maio de 2004. <http://www.diariodasleis.com.br>. Acessado 17 dezembro 2011.
- Möller Jr OO, Castello JP, Vaz AC (2009) The effect of river discharge and winds on the interannual variability of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* production in Patos Lagoon. *Estuaries and Coasts* 32: 787-796.
- Moraes BC, Costa JMN, Costa ACL, Costa, MH (2005) Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazônica* 35: 207-214.
- Neal RA, Maris RC (1985) Fisheries biology of shrimps and shrimplike animals. In: Provenzano Jr AJ (ed) *Economic Aspects: Fisheries and Culture, the Biology of Crustacea*. Academic Press, Inc, New York, pp 1-110.
- Pereira N, D'Incao F (2012) Recipitação pluvial na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período de 1964 a 2007 e suas associações com as safras de camarão-rosa. *Atlântica* 34: 145-156.
- Pérez-Castañeda R, Defeo O (2005) Growth and mortality of transient shrimp populations (*Farfantepenaeus* spp.) in a coastal lagoon of Mexico: role of the environment and density-dependence. *Journal of Marine Science* 62: 14-2.
- Pérez-Castañeda R, Defeo O (2004) Spatial distribution and structure along ecological gradients: penaeid shrimps in a tropical estuarine habitat of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 273: 173-185.
- Pérez-Castañeda R, Defeo O (2001) Population variability of four sympatric penaeid shrimps (*Farfantepenaeus* spp.) in a tropical coastal lagoon of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52: 631-641.
- Peréz-Farfante I (1967) A new species and two new subspecies of shrimps of the genus *Penaeus* from Western Atlantic. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 80: 83-100.
- Rodriguez A (1987) Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) del Golfo de Cádiz 3: Biometria, edad y crecimiento. *Investigacion Pesquera* 51: 23-37.

Santos MCF, Magalhães JAD (2001) Recrutamento do camarão rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), no litoral sul do Estado da Bahia - Brasil. Boletim Técnico-Científico do CEPENE 9: 73-85.

Silva AC, Souza Filho PWM, Rodrigues SWP (2009) Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). Continental Shelf Research 29: 619-631.

Vilhena MPSP, Costa ML, Berrêdo JF (2010) 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 29: 427-438.

Wentworth CK (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology 30: 377-392.

Yáñez-Arancibia A (1986) Ecología de la zona costera: análisis de siete tópicos. AGT, México.

Zolessi LC, Philippi ME (1995) Lista sistemática de decapoda Del Uruguay (Arthropoda: Crustacea). Comunicaciones Zoológicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo 12: 1-24.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estuário de Marapanim abriga uma considerável riqueza e abundância de camarões Caridea e Dendrobranchiata, totalizando doze espécies. Este trabalho corroborou os dados de estudo anterior em outro estuário amazônico em que o camarão sete-barbas *X. kroyeri* foi encontrado, dado que contraria a literatura com respeito à distribuição desta espécie. A salinidade e a granulometria foram as variáveis ambientais com maior influência na abundância e distribuição dos camarões. A areia fina favoreceu a elevada abundância dos penaeídeos *F. subtilis*, *X. kroyeri* e do carídeo *N. schmitti*, com o sergestídeo *A. marinus* mais abundante em pH básico. A salinidade apresentou variação significativa entre os períodos seco e chuvoso e entre os setores estuarinos (Inferior, Médio e Médio-Superior) influenciando significativamente a abundância dos camarões. Sazonalmente, as espécies foram mais abundantes no período de maior precipitação pluviométrica que vai de janeiro a junho quando a salinidade diminui.

As fêmeas do camarão-rosa foram mais abundantes e com maior comprimento em relação aos machos, diferindo significativamente em março. A proporção sexual diferiu do esperado de 1:1 e foi significativa nos meses chuvosos de janeiro, fevereiro e maio e para o total analisado. Baseado no tamanho de primeira maturação ($L_{50CC}=22\text{mm}$), a distribuição em classes de tamanho mostrou que os camarões juvenis predominaram em todos os meses e apenas no período chuvoso houve a ocorrência de poucos adultos. Camarões imaturos foram abundantes em todos os meses, principalmente no período seco e indivíduos com estádios gonadais em desenvolvimento, desenvolvido e em repouso foram encontrados apenas nos meses chuvosos. A alta abundância de *F. subtilis* e a ocorrência de camarões adultos nos meses chuvosos e de menor salinidade coincidem com o período de intensa desova em mar aberto que ocorre em março e em setembro, sendo esta última considerada menos intensa.

A elevada abundância de camarões juvenis de *F. subtilis* reforçam a importância do estuário de Marapanim para o desenvolvimento do camarão-rosa, sendo considerado área berçário para a espécie. Estes resultados indicam que a hipótese deste estudo foi aceita e que o período de defeso adotado pelo IBAMA é adequado sobre a população do camarão-rosa no estuário de Marapanim.

REFERÊNCIAS (CAPÍTULO GERAL)

- Ahyong, S.T., Lowry, J.K., Alonso, M., Bamber, R.N., Boxshall, G.A., Castro, P., Gerken, S., Karaman, G.S., Goy, J.W., Jones, D.S., Meland, K., Rogers, D.C., Svavarsson, J., 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. In: Zhang, Z-Q. (Ed.), Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* 3148, 165-191.
- Almeida, A.C., Fransozo, A., Teixeira, G.M., Hiroki, K.A.N., Furlan, M., Bertini, G., 2012. Ecological distribution of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) in three bays on the south-eastern coast of Brazil. *African Journal of Marine Science* 34, 93-102.
- Almeida, A.C., Fransozo, V., Teixeira, G.M., Furlan, M., Hiroki, K.A.N., Fransozo, A., 2011. Population structure and reproductive period of whitebelly prawn *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) on the southeastern coast of Brazil. *Invertebrate Reproduction & Development* 55, 30-39.
- Amann, T., Weiss, A., Hartmann, J., 2012. Carbon dynamics in the freshwater part of the Elbe estuary, Germany: Implications of improving water quality. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 107, 112-121.
- Asano Filho, M., Holanda, F.C.A.F, Santos, F.J.S., 2003. Influência da profundidade na distribuição do camarão rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) na região Norte do Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR* 3, 9-19.
- Assunção, A.S.A., 2007. Composição centesimal, colesterol e maturação ovariana do *Acetes marinus* Omori, 1975 coletado no baixo Tocantins. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.
- Baeza, J.A., Braga, A.A., López-Greco, L.S., Perez, E., Negreiros-Fransozo, M.L., Fransozo, A., 2010. Population dynamics, sex ratio and size at sex change in a protandric simultaneous hermaphrodite, the spiny shrimp *Exhippolysmata oplophoroides*. *Marine Biology* 157, 2643-2653.
- Barros, M.P., Silva, L.M.A., 1997. Registro da introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em águas do estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 13, 31-37.
- Barthem, R.B., 1985. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da baía de Marajó, Estuário Amazônico. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 2, 49-69.
- Bauer, R.T., 1992. Repetitive copulation and variable success of insemination in the marine shrimp *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology* 12, 153-160.

Bauer, R.T., 1996. A test of hypotheses on male mating systems and female molting in decapod shrimp using *Sicyonia dorsalis* (Decapoda: Penaeoidea). *Journal of Crustacean Biology* 16, 429-436.

Bentes, B.S., Martinelli, J.M., Souza, L.S., Cavalcante, D.V., Almeida, M.C., Isaac, V.J., 2011. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology* 71, 925-935.

Bentes, B., Martinelli, J.M., Isaac, V. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) em um estuário da Amazônia brasileira. *Zoologia*, submetido.

Berrêdo, J.F., Costa, M.L., Progene, M.P.S., Santos, J.T., 2008a. 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, 473-482.

Berrêdo, J.F., Costa, M.L., Vilhena, M.P.S.P., Santos, J.T., 2008b. Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim. *Revista Brasileira de Geociências* 38, 24-35.

Bissaro, F.G., Gomes-Jr, J.L., Di Benedetto, A.P.M., 2012. Morphometric variation in the shape of the cephalothorax of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* on the east coast of Brazil. *Journal of the Marine Biological* 1, 1-9.

Boltovskoy, D., 1981. Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplankton Marino. Inedep, Argentina, 936 pp.

Braga, A.A., López Greco, L.S., Santos, D.C., Fransozo, A., 2009. Morphological evidence for protandric simultaneous hermaphroditism in the caridean *Exhippolysmata oplophoroides*. *Journal of Crustacean Biology* 29, 34-41.

Branco, J.O., 2005. Biologia e pesca do camarão *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22, 1050-1062.

Brasil, 2002. Decreto de 13 de dezembro de 2002. Cria a Reserva Extrativista Maracanã, no Município de Maracanã, no Estado do Pará, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.iterpa.pa.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2011.

Buckup, L., Bond-Buckup, G.C., 1999. Caridea (Pitus, camarões de água doce e marinhos). In: Buckup, L., Bond-Buckup, G.C. (Eds.), *Os Crustáceos do Rio Grande do Sul*. UFRGS, Porto Alegre, pp. 300-318.

Bueno, S.L.S., Rocha, S.S., Arantes, I.C., Kiyohara, F., Silva, H.L.M., Mossolin, E.C., Melo, G.A.S., Magalhães, C., Bond-Buckup, G., 2001. Freshwater decapod diversity in the State of Sao Paulo, Brazil. *Anais do V Congresso Internacional de Crustáceos*. Melbourne, Austrália, não publicado.

Camargo, M., Leão, J., Oliveira, A., Márcio, A., Silva, E., Acácio, F., Silva, G., Sampaio, L., Viana, M., Antunes, T., Silva, W., 2009. Matapi pet: uma nova proposta para a exploração sustentável do camarão amazônico *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). Uakari 5, 91-96.

Camargo, M., Isaac, V., 2001. Os peixes estuarinos da região Norte do Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 17, 133-157.

Capparelli, M.V., Kasten, P., Castilho, A.L., Costa, R.C., 2011. Ecological distribution of the shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda, Penaeoidea) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. Invertebrate Reproduction & Development 55, 1-7.

Carneiro, A.P., 2012. *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) e *Nematopalaemon schmitti* (Holthuis, 1950) (Decapoda: Pleocyemata): dinâmica populacional em dois períodos distintos com um intervalo de onze anos na Enseada de Ubatuba ,SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, não publicado.

Carpenter, K.E., 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic, vol 1: Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoidfishes and Chimaeras. FAO, Rome, 614 pp. Special Publication.

Carvalho, A.S.S., Martinelli-Lemos, J.M., Nevis, A.B., Isaac, V., Species composition and spatial-temporal variation on abundance of Penaeidae shrimps (Crustacea; Decapoda) in the Curuçá Estuary on the North Coast of Brazil. Submetido.

Castilho, A.L., Furlan, M., Costa, R.C., Fransozo, V., 2008. Abundance and temporal-spatial distribution of the shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Decapoda, Penaeoidea) from the northern coast of São Paulo state, Brazil. Senckenbergiana Maritima 38, 75-83.

Castro, R.H., Costa, R.C., Fransozo, A., Mantelatto, F.L.M., 2005. Population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) in the littoral of São Paulo, Brazil. Scientia Marina 69, 105-112.

Cavalcante, D.V., 2012. Biologia e ecologia do camarão dulcícola *Macrobrachium surinamicum* Holthuis, 1948 (Decapoda: Palaemonidae) no Estuário Guajará, Pará, costa norte do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Cervigón, F., Cipriani, R., Fischer, W., Garibald, L., Hendrickx, M., Lemus, A.J., Márquez, R., Poutiers, J.M., Robaina, G., Rodriguez, B., 1992. Guía de Campo de lãs Especies Comerciales Marinas y de Água Salobres de la Costa Septentrional de Sur America. FAO, Roma, 513 pp.

Chacur, M.M., Negreiros-Fransozo, M.L., 1998. Aspectos biológicos do camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948) (Crustacea, Caridea, Hippolytidae). Revista Brasileira de Biologia 59, 173-181.

- Chagas-Soares, F., Pereira, O.M., Santos, E.P., 1995. Contribuição ao ciclo hidrológico de *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936, *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 e *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967, na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca 22, 49-59.
- Chaves, P.T.C., Magalhães, C., 1993. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda: Palaemonidae) camarão dulcícola da região amazônica. Acta Amazonica 23, 17-23.
- Christoffersen, M.L., 1984. The Western Atlantic snapping shrimps related to *Alpheus heterochaellis* say (Crustacea, Caridea), with the description of a new species. Papéis Avulsos de Zoologia 35, 189-208.
- Cintra, I.H.A., Aragão, J.A.N., Silva, K.C.A., 2004. Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), na região norte do Brasil. Boletim Técnico-Científico do CEPNOR 4, 21-29.
- Coelho, P.A., Santos, M.C.F., 1995. Época da reprodução dos camarões *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 e *Penaeus subtilis* Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), na região da foz do rio São Francisco. Boletim Técnico-Científico do CEPENE 3, 122-140.
- Corrêa, A.B., Martinelli, J.M., 2009. Composição da população do camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1936) no estuário do rio Curuçá, Pará, Brasil. Revista Científica da UFPA 7, 1-18.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Castilho, A.L., 2007. Período de recrutamento do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Dendrobranchiata, Penaeidae), em áreas de berçário do litoral norte paulista. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, Brasil, não publicado.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Negreiros-Fransozo, M.L., 2005. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. Gulf and Caribbean Research 17, 49-56.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Melo, G.A.S., Freire, F.A.M., 2003. An illustrated key for Dendrobranchiata shrimps from the northern coast of São Paulo state, Brazil. Biota Neotropica 3, 1-12.
- Costa, R.C., Fransozo, A., Mantellato, F.L.M., Castro, R.H., 2000. Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeidea and Caridea) in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. Proceedings of the Biological Society of Washington 113, 776-781.
- Costa Neto, S.V., Senna, C., Lobato, L.C., 2000. Estrutura e diversidade de bosques de manguezal da Baía de Marapanim, Pará, Brasil. Anais da Conferência Internacional sobre Manguezais. Recife, Brasil, não publicado.

Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 287, 253-260.

D'Incao, F., 1995a. Taxonomia, padrões distribucionais e ecológicos dos Dendrobranchiata (Crustacea: Decapoda) do litoral brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Brasil, não publicado.

D'Incao, F., 1995b. Brazilian rock shrimps of the genus *Sicyonia* (Decapoda: Sicyoniidae). *Nauplius* 3, 101-125.

D'Incao, F., 1999. Sub-Ordem Dendrobranchiata (camarões marinhos). In: Buckup, L., Bond-Buckup, G.C. (Eds.), *Os Crustáceos do Rio Grande do Sul*. UFRGS, Porto Alegre, pp. 275-299.

De Grave, S., Fransen, C.H.J.M., 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the Dendrobranchiata, Stenopodidean, Procarididean and Caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). *Zoologische Mededelingen* 85, 195-588.

DHN, 2012. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Disponível em: <http://www.mar.mil.br>. Acesso em: 17 dez. 2012.

Dias Neto, J., 2011. Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos no Brasil. IBAMA, Brasília, 242 pp.

Dittmar, T., Lara, R.J., 2001. Driving forces behind nutrient and organic matter dynamics in a mangrove tidal creek in North Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52, 249-259.

Egler, W.A., Schawassmann, H.O., 1962. Limnological studies in the amazon estuary. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi* 1, 2-25.

Espírito Santo, R.V., Isaac, V.J., Silva, L.M.A., Martinelli, J.M., Higuchi, H., Saint-Paul, U., 2005. Peixes e Camarões do estuário do Litoral Bragantino, Pará, Brasil. Madam, Belém, 268 pp.

Fairbridge, R.W., 1980. The Estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson, E, Cato, I (Eds.), *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. Interscience Publication, New York, pp. 1-35.

Fransozo, V., Castilho, A.L., Freire, F.A.M., Furlan, M., Almeida, A.C., Teixeira, G.M., Baeza, J.A., 2009. Spatial and temporal distribution of the shrimp *Nematopalaemon schmitti* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) at a subtropical enclosed bay in South America. *Journal of the Marine Biological* 89, 1581-1587.

Fransozo, V., Costa, R.C., Bertini, G., Cobo, V.J., 2005. Population biology of spine shrimp *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis) (Caridea, Hippolytidae) in a subtropical region, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22, 1078-1084.

- Freire, J.L., Silva, B.B., 2008. Aspectos sócio-ambientais das pescarias de camarões dulcícolas (*Macrobrachium amazonicum* Heller, 1862 e *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) (Decapoda, Palaemonidae) na região bragantina - Pará – Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia 21, 51-62.
- Fugimura, M.M.S., Oshiro, L.M.Y., Silva, R., 2005. Distribuição e abundância das famílias Luciferidae e Sergestidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Revista Universidade Rural 25, 52-59.
- Gastelú, J.O., Oliveira, J., Britto, L.O., Galvez, A.O., Moreira, M.G., 2011. Efeito da temperatura e dos alimentos protéico e lipídico nos estádios de maturação ovariana e estágios de muda do *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). Ciência Animal Brasileira 12, 443-455.
- Gillett, R., 2008. Global Study of Shrimps Fisheries. FAO, Roma, 331 pp.
- Gonçalves, S.M., Santos, J.L., Rodrigues, E.S., 2009. Estágios de desenvolvimento gonadal de fêmeas do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), capturadas na região marinha da baixada santista, São Paulo. Revista Ceciliana 1, 96-100.
- Heckler, G.S., 2011. Distribuição ecológica e dinâmica populacional do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda) no complexo Baía/Estuário de Santos e São Vicente, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, não publicado.
- Heip, C.H.R., Herman, P.M.J., Middelburg, J.J., Moodley, L., Soetaert, K., Ysebaert, T., 2005. The ecology of estuarine intertidal flats: The example of the Westerschelde. In: Wilson, J.G (Ed.), The Intertidal Ecosystem: The Value of Ireland's Shores. Royal Irish Academy, Dublin, pp. 179-195.
- Hendrickx, M.E., 1995. Checklist of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the eastern tropical Pacific. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique 65, 125-150.
- Hercos, A.P., 2006. Diversidade e variabilidade espaço-temporal da ictiofauna da região estuarina do rio Curuçá, município de Curuçá, Pará, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.
- Holthuis, L.B., 1980. Shrimps and Prawns of the World. FAO, Roma, 271 pp.
- INMET, 2012. Instituto Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 17 set. 2012.
- Isaac, V.J., Barthem, R.B., 1995. Os recursos pesqueiros da Amazônia Brasileira. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 11, 295-339.
- Isaac, V.J., Dias Neto, J., Damasceno, F.G., 1992. Camarão Rosa da Costa Norte: Biologia, Dinâmica e Administração Pesqueira. IBAMA, Brasília, 187 pp.

Knoppers, B., Ekau, W., Figueredo Júnior, A.G., Soares-Gomes, A., 2002. Zona costeira e plataforma continental do Brasil. In: Pereira, R.C., Soares-Gomes, A. (Eds.), *Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro, pp. 353-362.

Kutty, M.N., 2005. Towards sustainable freshwater prawn aquaculture - lessons from shrimp farming, with special reference to India. *Aquaculture Research* 36, 255-263.

Laubenheimer, H., Rhyne, A.I., 2008. Experimental confirmation of protandric simultaneous hermaphroditism in a Caridean shrimp outside of the genus *Lysmata*. *Journal of the Marine Biological* 88, 301-305.

Lucena-Frédou, F., Rosa Filho, J.S., Silva, M.C.N., Azevedo, E.F., 2010. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on the Combu Island (Amazon estuary). *Crustaceana* 83, 277-290.

Machado, I.F., Dumont, L.F.C., D'Incao, F., 2009. Stages of gonadal development and mean length at first maturity of wild females of white shrimp (*Litopenaeus schmitti*- Decapoda, Penaeidae) in southern Brazil. *Atlântica* 31, 169-175.

Maciel, C.R., Valenti, W.C., 2009. Biology, fisheries and aquaculture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius* 17, 61-79.

Marques, A.S.P., 2009. Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões (Decapoda) no estuário do Rio Marapanim, Pará, litoral norte do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Martinelli, J.M., 2005. Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do Rio Caeté, litoral Norte do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Martins, D.E.G., 2011. Dinâmica espaço-temporal da pesca industrial de camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* na plataforma continental do Amazonas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Martorano, L.G., Pereira, L.C., Nechet, D., 1993. Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. *Boletim de Geografia Teorética* 23, 307-312.

McLusky, D.S., Elliott, M., 2004. *The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management*. Oxford University Press, New York, 223 pp.

Melo, G.A.S., 2003. *Manual de Identificação dos Crustacea de Água Doce do Brasil*. Loyola, São Paulo, 429 pp.

Mendes, A.C., 2005. Geomorfologia e sedimentologia. In: Fernandes, M.E.B. (Ed.), *Os Manguezais da Costa Norte Brasileira*. Fundação Rio Bacanga, Maranhão, pp. 13-31.

Mérona, B., 1995. Ecologia da pesca e manejo pesqueiro na região Amazônica. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 11, 167-183.

MMA, 2004. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa Nº 5, de 21 de maio de 2004. Disponível em: <http://www.diariodasleis.com.br>. Acesso em: 17 dez. 2011.

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 Amazônica* 35, 207-214.

Moraes-Riodades, P.M.C., Valenti, W.C., 2001. Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic and social development. *Global Aquaculture Advocate* 4, 73-74.

MPA, 2010. Ministério de Aquicultura e Pesca. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br>. Acesso em: 17 dez. 2011.

Neal, R.A., Maris, R.C., 1985. Fisheries biology of shrimps and shrimplike animals. In: Provenzano Jr, A.J. (Ed.), *Economic Aspects: Fisheries and Culture, the Biology of Crustacea*. Academic Press, Inc, New York, pp. 1-110.

Neves, A.R., Paiva, K.S., Cintra, I.H.A., 2011. Relação peso/comprimento do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) capturado no distrito de Castelo, Bragança-PA. Anais do IX Seminário Anual de Iniciação Científica - UFRA. Belém, Brasil, não publicado.

New, M.B., 2002. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO, Roma, 212 pp.

New, M.B., 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. *Aquaculture Research* 36, 210-230.

Odinetz-Collart, O., 1991. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana* 61, 253-270.

Oliveira, D.B., Silva, D.C., Martinelli, J.M., 2012. Density of larval and adults forms of the burrowing crustaceans *Lepidophthalmus siriboia* (Callianassidae) and *Upogebia vasquezi* (Upogebiidae) in an Amazon estuary, northern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92, 295-303.

Oliveira, D.B., 2010. Variação mensal da densidade das larvas de Anomura Macleay, 1838, Axiidea Saint Laurent, 1979 e Gebiidae Saint Laurent, 1979 (Crustacea, Decapoda) em um estuário amazônico (Pará, Brasil), com descrição dos primeiros estágios larvais de *Upogebia vasquezi* Ngoc-Ho, 1989 obtidos em laboratório. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Oliveira, D.M., Frédou, T., Lucena, F., 2007. A pesca no Estuário Amazônico: uma análise uni e multivariada. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 2, 11-21.

Omori, M., 1975. The systematics, biogeography and fishery of epipelagic shrimps of the genus *Acetes* (Crustacea, Decapoda, Sergestidae). *Bulletin of the Ocean Research Institute of University of Tokyo* 7, 1-89.

Omori, M., 1974. Biology of pelagic shrimps in the ocean. *Advances in Marine Biology* 12, 233-234.

Pará, 2011. Governo do Estado do Pará. Gerência de dados estatísticos do Estado. Estatística municipal, Marapanim. Disponível em: <http://iah.iec.pa.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2011.

Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de Mer* 39, 175-192.

Pereira, T.J., Netto, S.A., 2007. Ocorrência do camarão exótico *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no sistema estuarino de Laguna, SC. *Biociências* 15, 157-159.

Peréz-Farfante, I., Kensley, B., 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World: keys and diagnosis for the families and genera. *Éditions du Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris*, 233 pp.

Peréz-Farfante, I., 1985. The rock shrimp genus *Sicyonia* (Crustacea: Decapoda, Penaeoidea) in the Eastern Pacific. *Fishery Bulletin* 83, 1-79.

Peréz-Farfante, I., 1980. A new species of rock shrimp of the genus *Sicyonia* (Penaeoidea), with a key to the Western Atlantic species. *Proceedings of The Biological Society of Washington* 93, 771-780.

Peréz-Farfante, I., 1970. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Fishery Report* 57, 1417-1438.

Peréz-Farfante, I., 1967. A new species and two new subspecies of shrimps of the genus *Penaeus* from Western Atlantic. *Proceedings of The Biological Society of Washington* 80, 83-100.

Pralon, B.G.N., 2012. Dinâmica populacional do camarão pedra *Sicyonia typica* (Boeck, 1864) (Penaeoidea: Sicyoniidae) no litoral norte do estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, não publicado.

Prost, M.T., 1997. Projeto Evolução Atual e Holocênica do Litoral do Nordeste do Estado do Pará. MPEG/CNPq, Pará, 80 pp.

Quadros, M.L.A., Maciel, C., Bastos, S., Sampaio, I., 2004. Reprodução do camarão canela - *Macrobrachium acanthurus* em condições controladas de laboratório e montagem de um atlas para identificação de estágios larvais. *Revista Científica da UFPA* 4, não paginado.

Sales, J.B.L., Mehlig, U., Nascimento, J.R., Rodrigues Filho, L.F., Menezes, M.P.M., 2009. Análise estrutural de dois bosques de mangue do Rio Cajutuba, Município de Marapanim, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 4, 27-35.

- Sampaio, C.M.S., Valenti, W.C., 1996. Growth curves for *Macrobrachium rosenbergii* in semi intensive culture in Brazil. *Journal of the World Aquaculture Society* 27, 353-358.
- Santana, D.S., Paiva, R.S., Pereira, L.C.C., Costa, R.M., 2010. Microphytoplankton of the Marapanim estuary (Pará, Northern, Brazil). *Tropical Oceanography* 38, 152-163.
- Santos, A.P.F., Costa, R.C., 2009. Influência da pluviosidade no ciclo de vida de *Litopenaeus schmitti* Burkenroad, 1936 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no litoral norte do estado de São Paulo. *Anais do XXI Congresso de Iniciação Científica da UNESP, São Paulo, Brasil*, não publicado.
- Santos, J.D.F., 2008. Levantamento e caracterização da assembléia de peixes demersais capturados na área subtidal do Estuário do Rio Marapanim, Município de Marapanim, Litoral Nordeste do Pará. *Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará*, não publicado.
- Santos, J.L., Severino-Rodrigues, E., Vaz-dos-Santos, A.M., 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 34, 375-389.
- Santos, M.C.F., Coelho, P.A., 2002. Espécies exóticas de camarões penaeídeos (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) nos ambientes estuarino e marinho do nordeste do Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 10, 209-222.
- Santos, M.C.F., Ivo, C.T.C., 2000. Pesca, biologia e dinâmica populacional do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), capturado em frente ao município de Caravelas (Bahia-Brasil). *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 8, 131-164.
- Santos, M.C.F., Pereira, J.A., Ivo, C.T.C., Souza, R.F.C., 2006. Crescimento do camarão branco, *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no Nordeste do Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 14, 59-70.
- Santos, M.C.F., Pereira, J.A., Ivo, C.T.C., 2004. Sinopse de informações sobre a biologia do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) no Nordeste do Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 12, 149-185.
- Santos, M.C.F., Silva, C.G.M., 2008. Aspectos biológicos do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae), no Município de Caravelas (Bahia – Brasil). *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 16, 85-97.
- Silva, A.C., Souza Filho, P.W.M., Rodrigues, S.W.P., 2009. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). *Continental Shelf Research* 29, 619-631.

Silva, D.C., Martinelli-Lemos, J.M., 2012. Species composition and abundance of the benthic community of Axiidea and Gebiidea (Crustacea: Decapoda) in the Marapanim Bay, Amazon estuary, Brazil. *Zoologia* 29, 144-158.

Silva, J.F.B.R., 2006. Geoquímica dos sedimentos de manguezais do nordeste do estado do Pará: um exemplo do estuário do rio Marapanim. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Silva, G.S., Brito, V.B., Nascimento, A.E., Campos-Takaki, G.M., 2006. Águas estuarinas e sustentabilidade social local: um estudo da pesca artesanal do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 1,40-47.

Silva, K.C.A., Cintra, I.H.A., Souza, R.A.L., Garrido, P.A.M., 2002. Camarões capturados em áreas estuarinas no Município de Vigia-Pará-Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR* 2, 81-86.

Silva, M.C., 2000. Estuários - critérios para uma classificação ambiental. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 5, 25-35.

Silva, C.A., 1998. Análise morfoestratigráfica do estuário do Rio Marapanim - NE do Pará. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, não publicado.

Silva-Oliveira, G.C., Ready, J.S., Iketani, G., Bastos, S., Gomes, G., Sampaio, I., Maciel, I., 2011. The invasive status of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in Northern Brazil, with an estimation of areas at risk globally. *Aquatic Invasions* 6, 319-328.

Silvestre, A.K.C., Castilho, A.L., 2012. Abundância e estrutura populacional do camarão *Sicyonia dorsalis* (Crustacea: Penaeoidea) no litoral de São Francisco do Sul, Santa Catarina. *Anais do III Encontro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina*. Londrina, Brasil, não publicado.

Simões, S.M., Costa, R.C., Fransozo, A., Castilho, A.L., 2010. Diel variation in abundance and size of the seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeoidea) in the Ubatuba region, Southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 82, 369-378.

Simões, S.M., D'Incao, F., Fransozo, A., Castilho, A.L., Costa, R.C., 2013. Sex ratio, growth and recruitment of the pelagic shrimp *Acetes Americanus* on the Southeastern coast of Brazil. *Journal of Crustacean Biology* 33, 1-9.

Souza Filho, P.W., 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica* 23, 427- 435.

Souza Filho, P.W., El-Robrini, M., 1996. Morfologia, processos de sedimentação e litofácies dos ambientes morfo-sedimentares da Planície Costeira Bragantina, Nordeste do Pará, Brasil. *Geonomos* 4, 1-16.

Spalding, M., Blasco, F., Field, C., 1997. World Mangroves Atlas. The International Society for Mangroves Ecosystems, Okinawa, Japão, 180 pp.

Tavares, M., 2003. Shrimps. In: Carpenter, KE, (Ed.), The living marine resources of the Western Central Atlantic. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists. FAO, Roma, pp. 251-291.

Valenti, W.C., New, M.B., 2000. Grow-out systems monoculture. In: New, MB, Valenti, WC, (Eds.), Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford, pp.157-176.

Valenti, W.C., Moraes-Riodades, P.M.C., 2004. Freshwater prawn farming in Brazil. *Global Aquaculture Advocate* 7, 52-53.

Valenti, W.C., Lobão, V.L., Mello, J.T.C., 1989. Crescimento relativo de *Macrobrachium acanthurus* (Wigmann, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 6, 1-8.

Vedolin, M.C., Dolphine, P.M., Costa, RC., 2010. Influência do tipo de sedimento na distribuição espacial da biomassa do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea, Penaeoidea) de três baías do litoral norte paulista, Brasil. Anais do XXII Congresso de Iniciação Científica da Unesp. São Paulo, Brasil, não publicado.

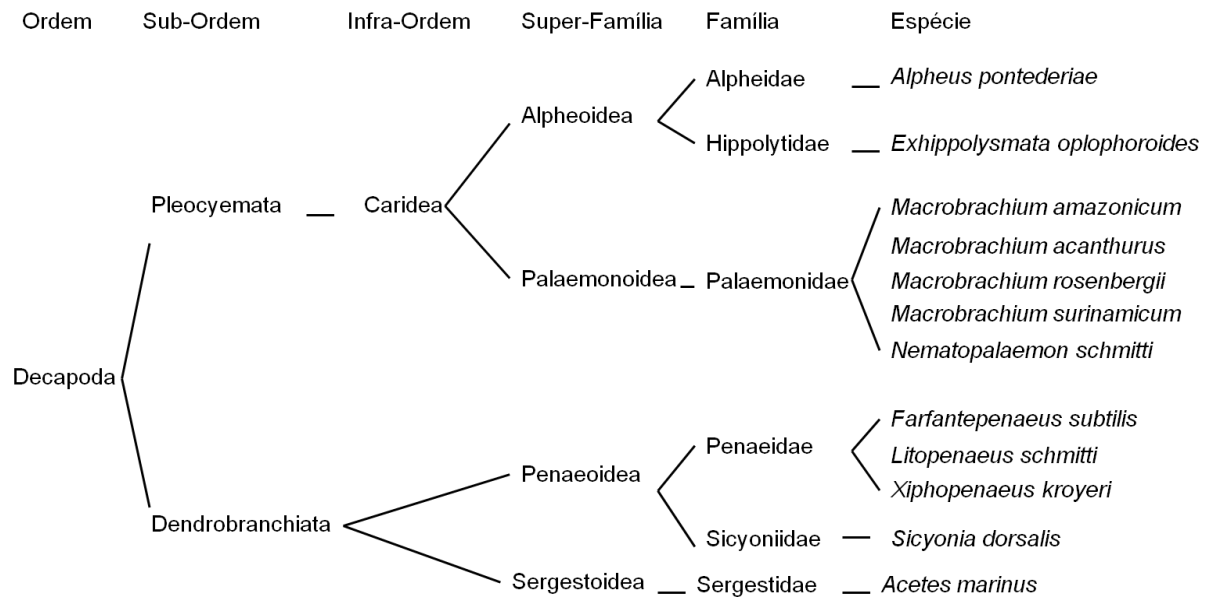
Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30, 377-392.

Yáñez-Arancibia, A., 1986. Ecología de La Zona Costera: análisis de siete tópicos. AGT, México, 189 pp.

Zolessi, L.C., Philippi, M.E., 1995. Lista sistemática de Decapoda Del Uruguay (Arthropoda: Crustacea). *Comunicaciones Zoológicas Del Museo de Historia Natural de Montevideo* 12, 1-24.

ANEXOS

Anexo1 - Organograma de algumas espécies da Sub-Ordem Dendrobranchiata e da Infra-Ordem Caridea presentes no litoral amazônico.



Anexo 2 – Imagens das espécies coletadas no Estuário de Marapanim de agosto de 2006 a julho de 2007.



Alpheus pontederiae



Nematopalaemon schmitti



Exhippolysmata oplophoroides



Farfantepenaeus subtilis



Macrobrachium amazonicum



Xiphopenaeus kroyeri



Macrobrachium acanthurus



Litopenaeus shmitti



Macrobrachium rosenbergii



Sicyonia dorsalis



Macrobrachium surinamicum



Acetes marinus

Anexo 3 - Atividades desenvolvidas durante o Mestrado 2011/2012 no Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca – UFPA, sem considerar os créditos de disciplinas.

Atividade	Evento	Data	Local
Exposição de trabalho	XXIX Congresso Brasileiro de Zoologia	março - 2012	Salvador-BA
Exposição de trabalho	XIV Congresso Latino-americano de Ciências do Mar	outubro - 2011	Balneário Camboriú- SC
Exposição de trabalho	VII Congresso Brasileiro sobre Crustáceos	novembro - 2012	Belém-PA
Organização financeira	VII Congresso Brasileiro sobre Crustáceos	novembro - 2012	Belém-PA
Palestra	I Jornada Acadêmica Ecologia Aquática e Pesca	novembro - 2012	Belém-PA