



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

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Lepidophthalmus siriboia* Felder &  
Rodrigues, 1993 (DECAPODA: CALLIANASSIDAE) DA ILHA DE  
MAIANDEUA-PA**

THÁTILA CELESTINO GIRARD

Belém  
2009

THÁTILA CELESTINO GIRARD

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Lepidophthalmus siriboia* Felder &  
Rodrigues, 1993 (DECAPODA: CALLIANASSIDAE) DA ILHA DE  
MAIANDEUA-PA**

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

Orientador: Prof. Dr. José Souto Rosa Filho  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra . Flávia Lucena Frédou

Belém  
2009

THÁTILA CELESTINO GIRARD

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (DECAPODA: CALLIANASSIDAE) DA ILHA DE MAIANDEUA-PA**

Belém, 10 de junho de 2009.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. José Souto Rosa Filho  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Flávia Lucena Frédou  
Co-orientadora

---

Prof. Dr. Fernando Araújo Abrunhosa – UFPA  
Titular

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Jussara Moretto Martinelli – UFPA  
Titular

---

Prof<sup>a</sup>.Dra.Mônica Lúcia Botter Carvalho – UFRPE  
Titular

Belém  
2009

Aos meus pais: Iluzineide e Zeca (*in memoriam*)  
pela educação, incentivo, disciplina, princípios e  
amor, que sempre irão influenciar e contribuir em  
minhas decisões.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força e coragem que não me permitiram desanimar nas horas difíceis;

À minha mãe, Ilú, que de forma valiosa apóia, acompanha e incentiva todos os meus progressos, com seu exemplo de garra e determinação;

Aos meus orientadores, Prof. Dr. José Souto Rosa Filho e Prof<sup>a</sup>. Dra. Flávia Lucena Frédou, pela oportunidade, confiança, atenção, disponibilidade, dicas, ensinamentos, paciência e dedicação;

Às minhas irmãs, Thaíla e Thainá, pela compreensão, ajuda e torcida;

Ao meu namorado, Kaká, pela compreensão, apoio, carinho e paciência durante a elaboração deste trabalho;

À tia Franci, pelas correções gramaticais e ortográficas;

À família Celestino, que sempre me incentiva a caminhar, em especial minha tia Ivaneide e minha prima Josy que anseiam, torcem e vibram com minhas conquistas;

À família Moreira Martins, pelas palavras e gestos de apoio e incentivo;

Às eternas amigas da graduação, Dani e Carol, sempre ao meu lado incentivando e acreditando;

Aos colegas do LABEN, pelos momentos de descontração, apoio e companheirismo, em especial os amigos: Daiane, Viviane, Tatiane, Roseane, Mayk, César, Virag, Tiago, Manuelle e Renata, que sempre demonstraram interesse e solicitude pra ouvir, aconselhar e ajudar;

Aos colegas do DIAMAR, Márcio, Neuciane, Cleidinha, Andréa e Keila, pelas memoráveis conversas, risos e auxílio;

À Thaíla e ao kaká, novamente, pela participação e imprescindível ajuda durante as coletas;

Aos colegas da turma de 2007 do mestrado em Ecologia Aquática e Pesca;

Ao Renato Souza, pela ajuda na impressão de material bibliográfico;

À Márcia Nylander e Bianca Bentes, pelos esclarecimentos e ajuda;

Ao técnico do laboratório de sedimentologia (seu Lopes), pelas orientações;

Aos membros da banca, Prof. Dr. Fernando Araújo Abrunhosa, Prof<sup>a</sup>. Dra. Jussara Moretto Martinelli e Prof<sup>a</sup>. Dra. Mônica Lúcia Botter Carvalho, pelo tempo dedicado e pelas valiosas dicas e sugestões na avaliação deste trabalho;

À Fundação de Amparo às Pesquisas do Estado do Pará (FAPESPA), pela concessão da bolsa de estudo, o que possibilitou a realização deste estudo;

À todos, que de alguma forma contribuíram e/ou torceram (contra ou a favor) para a construção e finalização desta etapa.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	10
OBJETIVO GERAL .....	10
OBJETIVO ESPECÍFICO .....	10
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	11
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	11
3.2. PROCEDIMENTO DE CAMPO .....	12
3.3. PROCEDIMENTO DE LABORATÓRIO .....	13
<b>3.3.1. Material biológico</b> .....	13
<b>3.3.2. Parâmetros ambientais</b> .....	14
3.4. ANÁLISE DE DADOS .....	14
<b>3.4.1. Estrutura populacional</b> .....	14
<b>3.4.2. Razão sexual</b> .....	15
<b>3.4.3. Tamanho de primeira maturação sexual</b> .....	15
<b>3.4.4. Fecundidade e período reprodutivo</b> .....	16
<b>3.4.5. Crescimento</b> .....	16
<b>3.4.6. Mortalidade e recrutamento</b> .....	18
<b>4. RESULTADOS</b> .....	21
4.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS .....	21
<b>4.1.1. Pluviosidade e Salinidade</b> .....	21
<b>4.1.2. Granulometria</b> .....	22
<b>4.1.3. Matéria orgânica, clorofila <i>a</i> e feopigmentos</b> .....	23
4.2. DADOS BIÓTICOS .....	24
<b>4.2.1. Estrutura populacional</b> .....	24
<b>4.2.2. Tamanho de primeira maturação</b> .....	26
<b>4.2.3. Razão sexual</b> .....	27
<b>4.2.4. Fecundidade e período reprodutivo</b> .....	28
<b>4.2.5. Crescimento</b> .....	33
<b>4.2.6. Mortalidade e recrutamento</b> .....	35
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	47
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Mapa de localização da área de estudo. Ilha de Algodual/Maiandeuá (PA).....	11
<b>Figura 2</b> Foto de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> Felder & Rodrigues, 1993, indicando a medida de comprimento da carapaça .....	13
<b>Figura 3</b> Precipitação pluviométrica em Marapanim (PA) para os anos de 2007 e 2008.....	21
<b>Figura 4</b> Salinidade da água.....	21
<b>Figura 5</b> Textura dos sedimentos da praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.....	22
<b>Figura 6</b> Percentual de matéria orgânica presente no sedimento da praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.....	23
<b>Figura 7</b> Valores de clorofila- <i>a</i> e feopigmentos no sedimento da praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008 .....	23
<b>Figura 8.</b> Comprimento médio da carapaça de machos e fêmeas de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> na praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.....	24
<b>Figura 9</b> Relação entre comprimento do propódio (CP) e comprimento da carapaça para machos (a), e peso e comprimento da carapaça (CC) para fêmeas (b) de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> capturados entre junho de 2007 e maio de 2008 na praia da Beira (Algodual-PA).....	25
<b>Figura 10</b> Comprimento de primeira maturação de fêmeas (a) e machos (b) de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> capturados entre junho de 2007 e maio de 2008 na praia da Beira (Algodual-PA).....	26



<b>Figura 11</b> Relação entre fecundidade e comprimento da carapaça de fêmeas ovígeras de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 a maio de 2008.....	29
<b>Figura 12</b> Relação entre fecundidade e peso de fêmeas ovígeras de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.....	30
<b>Figura 13</b> Frequência para fêmeas ovígeras de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da Beira (Algodual - PA) por classe de comprimento da carapaça. O - fêmeas ovígeras, NO - fêmeas não ovígeras.....	31
<b>Figura 14</b> Frequência de fêmeas adultas ovígeras (O) e não ovígeras (NO) de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.....	31
<b>Figura 15</b> Relação entre os estágios de desenvolvimento dos embriões de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> e as concentrações de clorofila- <i>a</i> , feopigmentos e matéria orgânica (M.O) no sedimento e salinidade da água da praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008. I-IV embriões sem olhos; V-IX embriões com olhos.....	32
<b>Figura 16</b> Histogramas de crescimentos de fêmeas (a) e machos (b) de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da praia da Beira (Algodual - PA).....	35
<b>Figura 17</b> Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de Z para fêmeas (a) e machos (b) de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da praia da Beira (Algodual - PA).....	36
<b>Figura 18</b> Número de juvenis de <i>Lepidophthalmus siriboia</i> da praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.....	37

## Lista de tabelas

- Tabela 1** Razão sexual mensal de machos e fêmeas de *Lepidophthalmus siriboia* capturados no período de junho de 2007 a maio de 2008 na praia da Beira (Algodual - PA), com os resultados do teste de Qui-quadrado .....27
- Tabela 2** Razão sexual mensal por classe de comprimento da carapaça de *Lepidophthalmus siriboia* capturados no período de junho de 2007 a maio de 2008 na praia da Beira (Algodual - PA), com os resultados do teste de Qui-quadrado .....28
- Tabela 3** Parâmetros de crescimento  $L_{\infty}$  (cm), K (cm/mês), C, WP e Rn de *Lepidophthalmus siriboia* capturados na praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008 .....34
- Tabela 4** Estimativa de Z para fêmeas e machos pelo método de Beverton e Holt a partir do L médio e L',  $L_{\infty}$  (cm) e K (cm/mês) de *Lepidophthalmus siriboia* capturados na praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008 .....37

## RESUMO

Os Thalassinidea são invertebrados marinhos de grande importância na ecologia de ambientes de fundos moles, especialmente dado sua influência nos fluxos de oxigênio, energia e nutrientes e, atividades bioturbadoras. Estes organismos vivem em galerias das quais dependem para diversas necessidades, como proteção, reprodução e alimentação. Em alguns lugares do mundo este grupo tem sido explorado para utilização como isca. A espécie *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Crustacea: Callinassidae) ocorre desde a Flórida até o Brasil. Este estudo tem como objetivo avaliar a dinâmica e a estrutura populacional de *L. siriboia* na ilha de Maiandeuá (PA), associando os processos observados com características ambientais ligadas ao sedimento e à água. As coletas ocorreram mensalmente entre junho de 2007 e maio de 2008, sendo os organismos capturados utilizando bomba de sucção. Em laboratório, os animais foram sexados, medidos e pesados. Nas fêmeas ovígeras foi contado o número de ovos aderidos aos pleópodos. O crescimento foi estimado através da equação de crescimento de von Bertalanffy que estabelece a relação entre o comprimento total (CT) e a idade (t). Foi capturado um total de 1268 indivíduos (753 machos e 515 fêmeas), cujos comprimentos variaram de 0,3 a 1,85 cm e o peso de 0,01 a 3,09 g. Os comprimentos médios mensais das fêmeas foram significativamente maiores do que dos machos ( $p < 0.05$ ) em quase todos os meses do ano. O comprimento da carapaça e o comprimento do propódio para os machos tiveram alta e significativa correlação, com crescimento alométrico positivo para ambos os sexos. O tamanho de primeira maturação obtido foi de 0,7 cm para as fêmeas e 0,6 cm para os machos. Os machos foram proporcionalmente mais abundantes, totalizando 59,4% de todos os organismos capturados (proporção sexual de 1,46 machos: 1 fêmea). Houve predomínio significativo de machos nas classes de comprimento entre 0,2 e 1,2 cm e de fêmeas nas classes de comprimento maior/igual a 1,2 cm. Foram registradas 139 fêmeas ovígeras, na qual a maioria (48,2% do total) ocorreu no intervalo de classe 1,1 a 1,2 cm de comprimento da carapaça. A fecundidade absoluta variou de 0 a 1546 ovos/fêmea, com valor médio de 826,25 ovos/fêmea. Observou-se correlação significativa entre o número de ovos, peso e comprimento da carapaça. As fêmeas tiveram crescimento maior que dos machos, sendo observados valores para machos de  $L_{\infty}$ : 1,63, K: 1, C: 0,2, WP: 0,18 e para fêmeas;  $L_{\infty}$ : 1,68, K: 0,8, C: 0,2 e WP: 0,09. As estimativas de mortalidade dos machos foram maiores que para as fêmeas em todos os métodos utilizados: curva de captura ( $Z=1,67$  e  $Z=0,11$  para machos e fêmeas), Beverton e Holt ( $Z=1,9$  e  $Z=1,76$  para machos e fêmeas) e Powell–Wetherall ( $Z/K=3,98$  e  $Z/K=2,25$  para machos e fêmeas). Foram registrados três pulsos principais, sendo um pulso registrado em novembro, um em fevereiro e outro em maio. Os resultados obtidos permitem concluir: 1. comprimento médio dos machos é inferior ao das fêmeas ao longo do ano; 2. fêmeas são dominantes nas classes de comprimento superiores ( $\geq 1,2$  cm); 3. a reprodução é contínua com a ocorrência de fêmeas ovígeras ao longo do ano; 4. parâmetros de crescimento estimados foram maiores para as fêmeas do que para machos; 5. fêmeas tiveram redução da taxa de crescimento em janeiro (WP: 0,09) e machos em fevereiro (WP: 0,18); 6. a mortalidade é maior para os machos; 7. recrutamento ocorre ao longo do ano com três picos pronunciados em novembro, fevereiro e maio.

## ABSTRACT

Thalassinidea is marine invertebrate of great importance in the ecology of soft-bottom environments, especially given its influence on the flow of oxygen, energy and nutrients, and bioturbate activities. These ghost shrimps live in burrows of which depends for your needs, like protection, reproduction and feeding. In some places of the world this group has been exploited as bait. The burrowin shrimp *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Lovett, 1993 (Crustacea: Callianassidae) occurs from Florida to Brazil. This study aim evaluate the structure and dynamic population of *L.siriboia* in the Maiandeuá island (PA), associating processes observed with environmental characteristics related to sediment and water. Samples were taken monthly between June 2007 and May 2008, with a suction pump. In laboratory, animals were sexed, measured and weighed. In ovigerous females was counted the numbers of eggs in pleopods. The growth was estimated through the von Bertalanffy model that determines the relationship between carapace length (CC) and age (t). A total of 1268 organisms were captured (753 males and 515 females), which lengths ranged from 0,3 to 1,85 cm and the weight from 0,01 to 3,09g. The females monthly mean length was significantly higher than males ( $p < 0,05$ ) in almost months of the year. The carapace length and weight was high and significant correlation to males and females, with length positive allometric to both sexes. The size of first maturation reached was 0,7 cm to females and 0,6 cm to males. Males were proportionally more abundant, totalizing 59,4% of all organisms captured (sex ratio of 1,46 males: 1 female). There was a significant predominance of males in size classes between 0,3 and 1,2 cm and females in the size classes higher/equal than 1,2 cm. There was registered 139 ovigerous females, in which the majority (48,2%) occurred in the class interval 1,1 to 1,2 cm of carapace length. Absolute fecundity ranged of 0 to 1546 eggs/female, with average 826,25 eggs/female. There was positive and significative correlation between the numbers of eggs and the female weight. The growth female was smaller than males, and observed values for males of  $L_{\infty}$ : 1,63, K: 1, C: 0,2, WP: 0,18 e to females;  $L_{\infty}$ : 1,68, K: 0,8, C: 0,2 e WP: 0,09. Mortality estimates of males were higher than females in all method used: catch curve ( $Z=1,67$  e  $Z=0,11$  to males and females), Beverton & Holt ( $Z=1,9$  e  $Z= 1,76$  to males and females) and Powell-Wetherall ( $Z/K=3,98$  e  $Z/K= 2,25$  to males and females). There was registered three recruitment pulses in November, February and May. The results showed : 1. males mean length is smallest than females throughout the year; 2. females are dominants in the size classes higher ( $\geq 1,2$  cm); 3. the reproduction is continuous with ovigerous females throughout the year; 4. growth parameters calculated was higher for males than females; 5. females had reduced growth rate in January (WP:0,09) and males in February (WP:0,18); 6. the mortality is higher to males; 7. recruitment occurs throughout the year with three pronounced peaks in November, February and May.

## INTRODUÇÃO

Várias razões justificam o interesse pelo conhecimento dos organismos macrobentônicos, destacando-se sua importância econômica direta como fonte de alimento e renda e, seu papel na alimentação de peixes de valor comercial elevado (LANA et al., 1996). Nesse sentido, destacam-se os moluscos e crustáceos, principalmente os crustáceos decápodos, importantes tanto do ponto de vista econômico (FAUSTO FILHO, 1978) quanto da participação na teia trófica marinha (PETTI, 1990; WAKABARA et al., 1993). Segundo Longhurst e Pauly (1987), poliquetas, crustáceos e moluscos compreendem cerca de 85% de todos os organismos das comunidades marinhas tropicais, sendo estes grupos a base do fluxo de energia do bentos para as comunidades de nível trófico mais elevado.

Dentre os crustáceos, a infraordem Thalassinidea tem atraído a atenção de estudos ecológicos em bentos marinhos de fundos moles, especialmente em termos de: 1. sua influência no fluxo de oxigênio (POWILLEIT e GRAF, 1996), energia e nutrientes (DWORSCHAK e OTT, 1993; WEBB e EYRE, 2004); 2. nas modificações na granulometria do sedimento (KOIKE e MUKAI, 1989; FELDMAN et al., 1997; WEBB e EYRE, 2004); 3. seu impacto através das atividades bioturbadoras (NATES e FELDER, 1998; SUCHANEK, 2003) o que traz como consequência efeitos na estrutura das comunidades bentônicas (DOBBS e GUCKERT, 1988; BERKENBUSCH et al., 2000). É grande também o interesse em suas complexas galerias (GRIFFS e SUCHANEK, 1991) e nos impactos causados à produção de camarões penaeídeos em sistemas de viveiros tropicais (NATES e FELDER, 1999).

A densidade e distribuição de Callianassidae são influenciadas por fatores físicos e biológicos, como: tamanho dos grãos do sedimento (HAILSTONE e STEPHENSON, 1961; WITBAARD e DUINEVELD, 1989), relações intra e inter-específicas (HAILSTONE e STEPHENSON, 1961; FELDER e LOVETT, 1989; WITBAARD e DUINEVELD, 1989; STAMHUIS et al, 1997), temperatura e salinidade da água (POSEY, 1986; BERKENBUSCH e ROWDEN, 1999) e morfodinâmica das praias (PHILLIPS, 1971; PEZZUTO, 1993).

As galerias construídas pelos talassinídeos são observadas na superfície do sedimento a partir de aberturas, que constituem pequenos furos rodeados de pelotas fecais com diâmetro médio de 5 mm (RODRIGUES e SHIMIZU,

1997). Os organismos dependem das galerias para uma variedade de necessidades, incluindo proteção, reprodução e alimentação (GRIFFIS e SUCHANEK, 1991). Estas galerias são geralmente interconectadas e possuem formas variadas. Nelas esses crustáceos passam toda sua vida, exceto o período larval quando assumem formas pelágicas. Suas galerias estão entre as consideradas mais profundas (>50 cm) e complexas entre os decápodos (DWORSCHAK, 1983; ATKINSON e TAYLOR, 1988).

Crustáceos deste grupo são utilizados como isca em vários lugares do mundo. No Brasil, esta exploração ocorre desde a costa nordeste até a costa sul. Há registros de intensa exploração de *Trypaea australiensis* Dana, 1852 na Austrália (HAILSTONE e STEPHENSON, 1961), de *Neotrypaea californiensis* (Dana, 1854) e *Upogebia pugettensis* (Dana, 1852) nos Estados Unidos (DUMBAULD et al., 1989), *Callianassa kraussi* Stebbing, 1900 e *U. africana* (Ortmann, 1894) na África do Sul (WYNBERG e BRANCH, 1991), *Lepidophthalmus manningi* Felder e Staton, 2000 no México (FELDER e STATON, 2000) e *Callichirus major* (Say, 1818) no Brasil (BOTTER-CARVALHO et al., 2002; SOUZA e BORZONE, 2003).

A captura é praticada, principalmente, por pescadores artesanais, e ficou muito popularizada a partir do uso de uma bomba de sucção manual de construção artesanal que permite a extração dos organismos de suas galerias, além da divulgação de matérias correlatas em revistas de pesca amadora, jornais e televisão, o que tem dado maior importância aos calianassídeos enquanto recurso natural e econômico por estarem sendo amplamente explorados (HAILSTONE e STEPHENSON, 1961; DUMBAULD et al., 1989; BORZONE e SOUZA, 1996).

A espécie objeto deste estudo, *Lepidophthalmus siriboia* Felder e Rodrigues, 1993 (Crustacea: Thalassinidea: Callianassidae), vulgarmente conhecida como “corrupto”, é encontrada em regiões litorâneas rasas (MELLO, 1999). Geograficamente *L. siriboia* é encontrada no Atlântico Ocidental da Flórida ao Brasil (do Pará até a Bahia) (MELLO, 1999). Ocorre em desembocadura de rios e estuários oligohalinos (FELDER et al., 1986; NATES et al., 1997) com elevado conteúdo orgânico no sedimento (NATES e FELDER, 1988, 1999).

Na costa brasileira, estudos sobre a distribuição espacial e dinâmica populacional de calianassídeos são escassos e fazem referência somente a algumas espécies como: *Callichirus major* no Paraná (SOUZA e BORZONE, 1996, 2003; São Paulo (RODRIGUES e SHIMIZU, 1997) e Pernambuco (BOTTER-CARVALHO et al., 2006), *Neocallichirus mirim* no Rio Grande do Sul (PEZZUTO, 1993) e Paraná (SOUZA e BORZONE, 1996) e *Biffarius delicatulus* no Paraná (SOUZA e BORZONE, 1996). Na costa Norte do Brasil, Abrunhosa et al., (2005, 2008) descreveram o desenvolvimento larval de *Lepidophthalmus siriboia* em laboratório e caracterizaram a morfologia funcional dos apêndices bucais e do estômago de larvas.

Apesar do reconhecido interesse pela ecologia dos Thalassinidea, são escassos os estudos sobre o ciclo reprodutivo e padrões de crescimento destes crustáceos (PEZZUTO, 1998), como também não há registro de estudos sobre a estrutura e dinâmica populacional de *L. siriboia* no litoral brasileiro. Estudos sobre a dinâmica populacional são importantes para a compreensão a longo prazo do papel destes organismos na estruturação e funcionamento de comunidades biológicas costeiras (SOUZA et al., 1998; NATES e FELDER, 1999), além de auxiliarem nas propostas de manejo e conservação destes ambientes (VENTURA e PIRES, 2002).

## **OBJETIVOS**

### **Geral**

Estudar a dinâmica e a estrutura populacional de *Lepidophthalmus siriboia* (Crustacea: Callianassidae) da praia da Beira (Algodual-PA), associando os padrões observados com características ambientais ligadas ao sedimento e à água.

### **Específicos**

- Descrever a estrutura da população de *L. siriboia* quanto ao tamanho;
- Caracterizar a população de *L. siriboia* quanto às taxas de crescimento e mortalidade;
- Estudar a biologia reprodutiva de *L. siriboia*, determinando a proporção sexual, a fecundidade e o período reprodutivo, e as taxas de fecundidade;
- Relacionar as variações temporais da estrutura da população de *L. siriboia* com características do substrato (textura, concentração de matéria orgânica, teor de clorofila-*a* e feopigmentos) e da coluna d'água (salinidade).



## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A ilha de Algodual/Maiandeuá, município de Maracanã, localizada no Nordeste do estado do Pará, é uma das áreas estuarinas paraenses de grande importância do ponto de vista ambiental e turístico. Limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com o canal de Mocoóca, a leste com a baía de Maracanã e a oeste com a baía de Marapanim (Figura 1).

A ilha é constituída por ecossistemas frágeis representados por dunas, lagos, mangues e baixos terraços (BASTOS, 1996; AMARAL, 1998). Através da lei estadual 5.621/90 a ilha de Algodual/Maiandeuá foi transformada em APA (Área de Proteção Ambiental) (AMARAL, 1998).

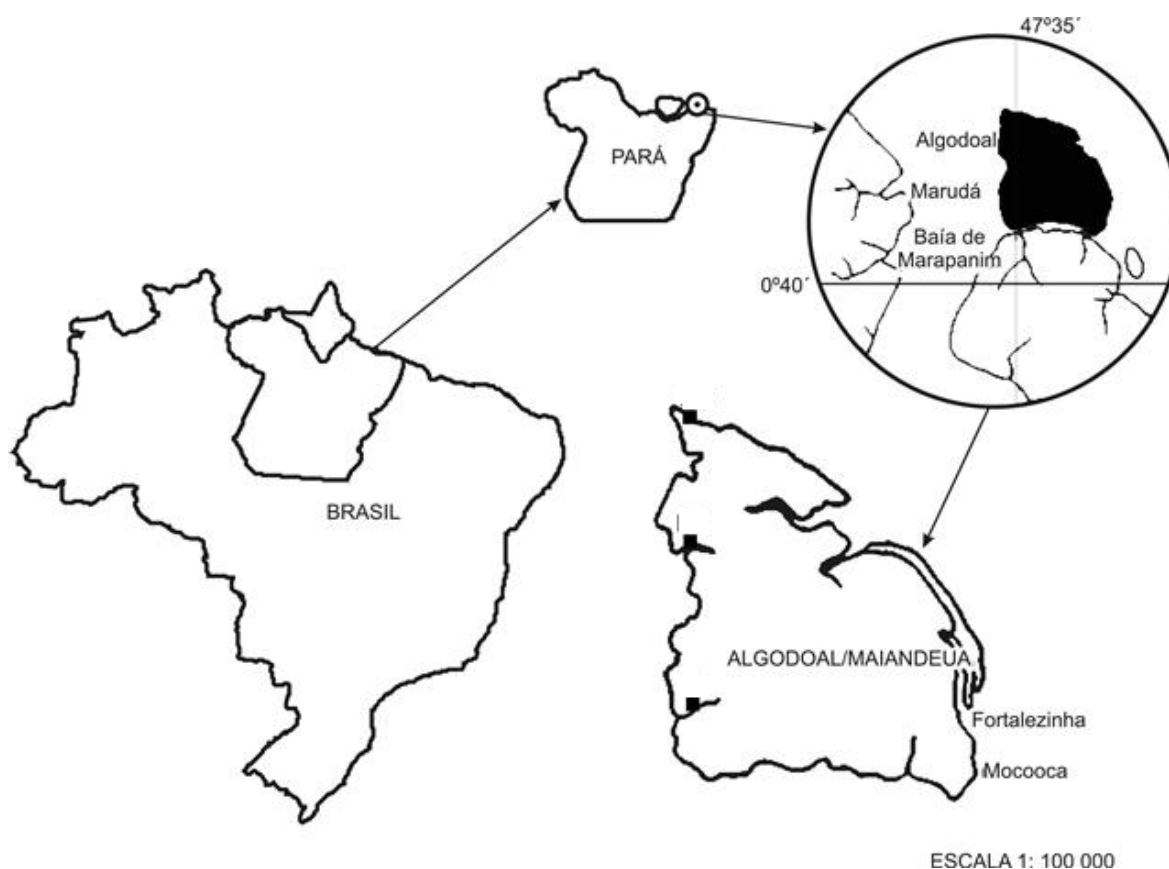


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo. Ilha de Algodual/Maiandeuá (PA).

Adaptado de Rocha (2000)

De acordo com Amaral (1998), a área apresenta precipitação pluviométrica com valores anuais totais elevados, podendo-se esperar, em termos médios, valores próximos a 3.000 mm. A distribuição das chuvas, ao

longo dos meses, define dois períodos distintos: um mais chuvoso (dezembro a maio), onde as precipitações são muito intensas, principalmente no trimestre fevereiro, março e abril, e o outro menos chuvoso (período de estiagem) que atinge os demais meses do ano, quando ocorre pronunciado déficit hídrico. A temperatura média anual situa-se em torno de 27°C com amplitude inferior a 5°C. Essa variação está associada à distribuição mensal das chuvas, ocorrendo, durante o período chuvoso, temperaturas máximas mais baixa se comparadas ao período de estiagem (RUIVO et al., 2005).

A ilha possui praias com baixa declividade, com média de 1°52', que se comportam, geralmente, como dissipativas e intermediárias, com sedimento predominantemente composto por areias unimodais finas, quartzosas, bem selecionadas, platicúrticas e de assimetria positiva (ALVES et al., 2005).

A praia da Beira foi escolhida para a realização deste estudo por apresentar, entre outras características, condições favoráveis à captura da espécie estudada como fácil acesso, elevada densidade de organismos e facilidade de captura.

### **Procedimentos de campo**

As amostragens foram realizadas mensalmente entre junho de 2007 e maio de 2008 na zona entre marés, dentro de uma área de aproximadamente 10000m<sup>2</sup>, com distância aproximada de três a quatro metros da linha d'água. Para determinar o número necessário de indivíduos a serem coletados a cada mês, foi realizada uma coleta piloto em junho de 2007. Nesta ocasião foram coletados cerca de 200 indivíduos cujos comprimentos foram plotados na forma de histograma. A observação deste histograma permitiu perceber que com 100 indivíduos era possível abranger todo o espectro de comprimentos da população.

Assim, a cada mês, foram coletados, em orifícios aleatoriamente escolhidos, 100 animais com o auxílio de uma bomba de sucção em PVC de 5 cm de diâmetro (0,0039 m<sup>2</sup>) enterrada de 5 à 10 cm no sedimento. As amostras coletadas foram peneiradas em malha de nylon de 0,3 mm de abertura para garantir a retenção dos exemplares menores. Posteriormente, cada espécime foi acondicionado individualmente, em sacos plásticos fixados com formalina a 5%. Paralelo a coleta de material biológico foi medida a salinidade da água

utilizando refratômetro manual; e coletadas amostras de sedimento para determinação da granulometria e conteúdo da matéria orgânica. Para determinação das concentrações de clorofila-a e feopigmentos no sedimento, foram tomadas a cada três amostras, utilizada uma seringa que foi enterrada 2 cm no sedimento.

## **Procedimentos de laboratório**

### **Material biológico**

Os exemplares foram sexados baseado na presença do apêndice interno localizado internamente no primeiro pleópodo, pesados ainda úmidos utilizando balança de analítica de precisão (precisão de 0,01g – Modelo AS 500 da marca Marte). Com um paquímetro (precisão de 0,01 mm) foi determinado, em ambos os sexos, o comprimento da carapaça (CC), que compreende a distância horizontal desde a margem posterior da região orbital até a margem posterior da carapaça (figura 2) e o comprimento do propódio do quelípede maior (CP), que compreende a distância desde a projeção vertical da articulação proximal até a projeção vertical da articulação distal, na margem dorsal. Posteriormente, os espécimes foram conservados em álcool etílico a 70%. Nas fêmeas foi ainda registrada a presença de ovos.

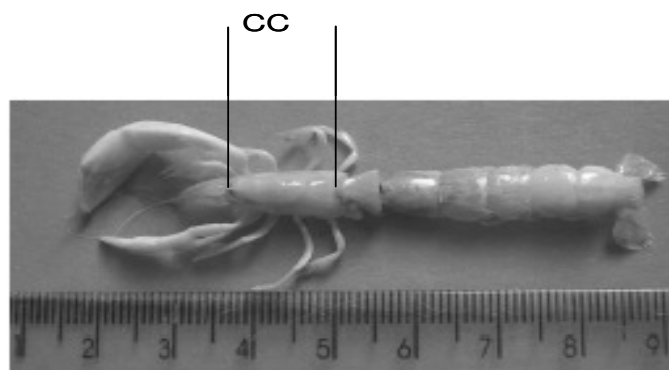


Figura 2: Foto de *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993, indicando a medida de comprimento da carapaça. Fonte: Silva, 2008

### **Parâmetros ambientais**

Para determinar as proporções de areia, silte e argila nos sedimentos foi realizada primeiramente a lavagem das amostras para retirada do sal, e a secagem em estufa a 60°C. Depois de secas e pulverizadas, as amostras foram quarteadas para a retirada de 150g para análise. A textura do sedimento foi determinada por peneiramento dos grosseiros e pipetagem dos finos (SUGUIO, 1973).

Em cerca de 5 g de sedimento não lavado, o teor de matéria orgânica foi determinado através do método de perda de peso após calcinação, que consiste em secar os sedimentos em estufa (Quimis Q-317B252) a 60° até atingir peso constante e pesar. Posteriormente, os sedimentos foram postos em mufla (Q-318M24) a temperatura de 400°C por quatro horas, após as quais foram repesados e a diferença de peso representa o conteúdo de matéria orgânica que volatilizou (WALKLEY e BLACK, 1934).

As concentrações de clorofila-*a* e feopigmentos foram estimadas e calculadas segundo protocolo descrito por Lorenzen (1967). As determinações foram feitas por espectrofotometria onde a absorbância é medida em dois comprimentos de onda: 750 e 665 nm. As leituras ocorreram antes e depois da acidificação das amostras com HCl . Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ .

### **Análise dos Dados**

#### **Estrutura populacional**

A composição da captura por comprimento foi avaliada considerando os meses e o sexo, comparando os comprimentos ( transformados por  $\log(x + 1)$ ) através de análise de variância (ANOVA) com dois fatores (sexo e período do ano). Foram ajustadas regressões não lineares para correlacionar comprimento da carapaça (CC) e, o peso (P), para as fêmeas e, comprimento da carapaça (CC) e comprimento do propódio (CP) para os machos. Nestas análises utilizou-se nível de significância de 5%.

Para correlação entre o comprimento da carapaça e o peso a regressão foi do tipo potencial estimada pela equação:

$$Y=a.X^b$$

Onde,

Y: peso;

X: comprimento da carapaça

a: interseção no eixo dos Y quando X=0;

b: inclinação da reta. O valor de b indica o tipo de crescimento (isométrico ou alométrico).

Se o  $b < 0,9$ , a alometria é negativa, ou seja, a variável (Y) cresce a uma taxa relativamente menor que a independente (X); se  $b > 1,10$ , a alometria é positiva, significando que a variável dependente cresce a uma taxa maior que a variável independente e, se  $0,9 < b < 1,10$  o crescimento é isométrico, e as partes morfométricas crescem uniformemente (HERNÁEZ e WEHRTMANN, 2007).

### **Razão sexual**

A proporção sexual foi calculada para o período total de coleta, para cada mês de coleta, por classe de comprimento e para machos e fêmeas imaturos e maduros, sendo os valores comparados utilizando Qui-quadrado com correção de Yates, tendo como esperada a proporção de 1:1. O teste do Qui-quadrado é definido pela equação:

$$X^2 = \frac{(f_{\text{observado}} - f_{\text{esperado}})^2}{f_{\text{esperado}}}$$

onde:

f observado = frequência observada

f esperado = frequência esperada para o conjunto estudado.

### **Tamanho de primeira maturação sexual**

O tamanho de primeira maturação sexual foi calculado a partir do ponto de descontinuidade da reta de regressão entre o comprimento da carapaça (CC) e o comprimento do propódio do quelípode maior (CP). Este ponto foi definido pelo menor valor obtido da soma dos quadrados residuais (SQR) na regressão linear (DU PREEZ e MCLACHLAN, 1984; FELDER e LOVETT, 1989).

### **Fecundidade e período reprodutivo**

Os estágios de desenvolvimento dos embriões foram determinados segundo a proposta de Dworschak (1988) e agrupados em duas categorias:

Estágios de I – IV: ausência de olhos;

Estágios de V – IX: presença de olhos.

Para a determinação da fecundidade foram utilizadas as fêmeas ovígeras no estágio de I-IV. Foi determinado o número total de embriões por indivíduo, sendo estes retirados dos pleópodos. A relação entre comprimento da carapaça e o número de ovos no estágio de I-IV foi estabelecida ajustando uma regressão linear simples.

O período reprodutivo foi identificado a partir da freqüência de ocorrência de fêmeas ovígeras e da freqüência mensal dos estágios de desenvolvimento dos embriões.

### **Crescimento**

O crescimento foi determinado pelo método indireto da distribuição de freqüências do comprimento da carapaça para machos e fêmeas (SANTOS, 1978). Foi utilizada a equação de crescimento de von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1934) que estabelece a relação entre o comprimento da carapaça (CC) e a idade (t), de acordo com a equação:

$$L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * t - t_0)]$$

onde,

L(t): comprimento do indivíduo em cm para uma dada idade t;

$L_{\infty}$  (L – infinito): comprimento máximo teórico que pode ser atingido por uma espécie;

K: constante de crescimento (cm/mês) (velocidade com que o indivíduo alcança  $L_{\infty}$ ) e,

$t_0$ : idade em que o indivíduo teria comprimento igual a zero.

Os parâmetros da equação foram obtidos a partir do pacote computacional FISAT (FAO – ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO, et al., 1994). Para o cálculo dos parâmetros de crescimento, as medidas individuais de comprimento foram inicialmente distribuídas em intervalos de classes de 0,2

cm. Posteriormente estas medidas foram plotadas por mês para a definição dos comprimentos médios por idade através do modelo de Bhattacharya (1967).

A partir dos comprimentos médios de cada coorte, obtidos pelo método de Bhattacharya (1967) os parâmetros de crescimento foram calculados a partir dos seguintes métodos:

- Gulland & Holt (1959): este método permite estimar os parâmetros de crescimento  $L_{\infty}$  e  $K$  baseado no fato de que a taxa de crescimento declina linearmente com o comprimento, chegando a zero quando o indivíduo atinge o comprimento máximo teórico ( $L_{\infty}$ );
- Munro (1982): estima os valores de  $L_{\infty}$  e  $K$  usando dados de incremento de crescimento;
- Appeldoorn (1987): permite a obtenção dos parâmetros de crescimento a partir de um ajuste não linear que adapta uma função para minimizar o quadrado das diferenças;
- Length-at-age: estima valores de  $L_{\infty}$  e  $K$  a partir de dados de comprimento médio identificados pela análise de progressão modal, relacionando-os à idade relativa.

Além dos métodos descritos acima, o parâmetro  $L_{\infty}$  foi também obtido pelo método do Powell – Wetherall que estima, além de  $L_{\infty}$ , o parâmetro  $Z/K$ , a partir de dados de freqüências de comprimento.

A rotina ELEFAN I do FISAT estima parâmetros de crescimento a partir da reestruturação de freqüências de comprimento. Este método tem a função de evidenciar “picos” ou modas para determinar o melhor ajuste da curva de crescimento de von Bertalanffy, que passa pelo maior número de modas. Obtida a progressão das modas, foi escolhida a curva que passava pelo maior número de picos evitando o menor número de vales. Para tal foram testadas combinações alternativas dos parâmetros  $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $C$  (amplitude de oscilação),  $WP$  (Winter Point),  $SS$  (início da amostra, que expressa a origem da curva de crescimento em relação ao mês) e  $SL$  (comprimento inicial em relação ao comprimento). O melhor ajuste da combinação entre estes parâmetros pode ser medido através do  $R_n$ , que pode variar entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 representam o melhor ajuste.

Os crustáceos apresentam, em geral, ciclo de vida com forte influência de variações ambientais sazonais e, para determinar as oscilações nas curvas de crescimento de *L. siriboia* foi utilizado o modelo de crescimento sazonal de von Bertalanffy (1934) incorporado de um termo extra, na qual estima as oscilações sazonais da taxa de crescimento, de acordo com a fórmula matemática:

$$L(t) = L_{\infty} * [ 1 - \exp\{-K*(t-t_0) - (CK/2\pi) * \sin (2\pi*(t-t_s))\}]$$

Onde:

L(t): comprimento em cm para uma dada idade t;

$L_{\infty}$  : comprimento máximo teórico ou comprimento assintótico;

K: constante de crescimento;

C: amplitude de oscilação;

t: idade;

$t_0$ : idade no comprimento  $L_t=0$ ;

O parâmetro C reflete a intensidade das oscilações sazonais das taxas de crescimento e pode variar entre 0 e 1, sendo que quanto maior o valor de C, mais pronunciadas são essas oscilações. O parâmetro  $t_s$  refere-se ao início da primeira oscilação relativa à idade  $t=0$ . Nesta rotina,  $t_s$  é substituído por WP (*winter point*) que designa o período do ano em que a taxa de crescimento é menor. Este parâmetro também pode variar de 0 a 1, sendo “zero” equivalente a 1 de janeiro e “um” a 31 de dezembro.

### **Mortalidade e Recrutamento**

Para o cálculo de Z (Coeficiente instantâneo de mortalidade) foram utilizados os métodos da curva de captura de Ricker (1975), o método de Beverton e Holt (1957) e a taxa de mortalidade fornecida pelo teste de Powell – Wetherall.

A curva de Ricker (1975) é uma representação gráfica do logaritmo do número de sobreviventes de uma classe etária contra a idade. Neste método, os comprimentos são convertidos em dados de idade através da equação inversa de von Bertalanffy (1934):

$$t = t_0 - (1/K) * \ln (1 - (L / L_{\infty}))$$



Onde,

t: idade em determinado comprimento;

K e  $L_{\infty}$ : parâmetros da equação de von Bertalanffy.

A curva de captura possui geralmente a forma de sino assimétrico, na qual as primeiras classes de idade formam a parte ascendente da curva que corresponde aos indivíduos que ainda não estão completamente recrutados e, por este motivo, são excluídos da análise. Assim como as últimas classes que correspondem a um pequeno número de indivíduos mais velhos que apresentam taxa de crescimento menor e que se aproximam de  $L_{\infty}$  onde a relação entre idade e comprimento torna-se muito incerta.

Escolhidos os pontos a serem incluídos na análise de regressão, assume-se que o conjunto de amostras obtidas representam a estrutura de uma população em equilíbrio, com distribuição de idade estável, estes pontos que correspondem a curva de captura fornecerá informações sobre a taxa de mortalidade total da população, segundo as equações abaixo:

$$\ln(N) = a + b \cdot t'$$

onde,

N é o número de indivíduos na coorte

t' é a idade relativa do indivíduo na pseudo-coorte;

b com o sinal invertido equivale a estimativa de Z.

A mortalidade foi estimada através da fórmula empírica de Rikhter e Efanov (1976) que demonstra a existência de associação entre a mortalidade natural (M) e a longevidade ou idade em que 50% da população está madura.

$$M = \frac{1,52}{(t_{50})^{0,72}} - 0,16$$

onde,

$t_{50}$ : idade média de primeira maturação

A idade média de primeira maturação é calculada pela equação invertida de von Bertalanffy (1934), a partir do comprimento médio de primeira maturação para ambos os sexos.

O método de Beverton e Holt (1957) é uma função do comprimento médio dos indivíduos capturados, na qual utiliza os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (1934) K e  $L_{\infty}$  encontrado pelo modelo de ELEFAN além dos

valores de  $L_m$  e  $L'$  encontrados pelo método de Powell – Wetherall. A função de Beverton e Holt é estabelecida pela equação:

$$Z = K \cdot (L_\infty - L_m) / (L_\infty - L')$$

onde,

$L_m$  = comprimento médio dos indivíduos maiores que  $L'$ ;

$L'$  = comprimento no qual 100% dos indivíduos estão totalmente vulneráveis à arte de pesca. No caso de não haver pesca,  $Z=M$ .

O recrutamento foi estimado através da presença de juvenis nas amostras a partir da análise da frequência de ocorrência destes nas mesmas. Foram considerados juvenis todos aqueles indivíduos com comprimento da carapaça menor que o tamanho de primeira maturação ( $L_{50}$ ).

## RESULTADOS

### Parâmetros ambientais

#### Pluviosidade e salinidade

Os picos de chuvas mais intensas ocorreram em janeiro e abril de 2008, quando foi registrada a menor salinidade (9), enquanto que nos meses de outubro e novembro de 2007 houve as menores taxas de precipitação quando ocorreram maiores salinidades (36 e 37) (figuras 3 e 4).

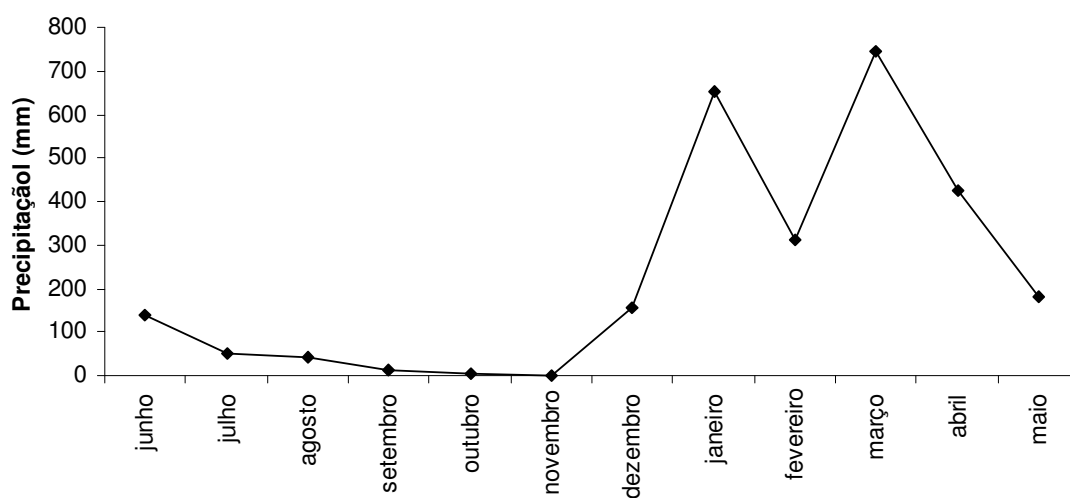


Figura 3. Precipitação pluviométrica em Marapanim (PA) para os anos de 2007 e 2008. FONTE: ANA

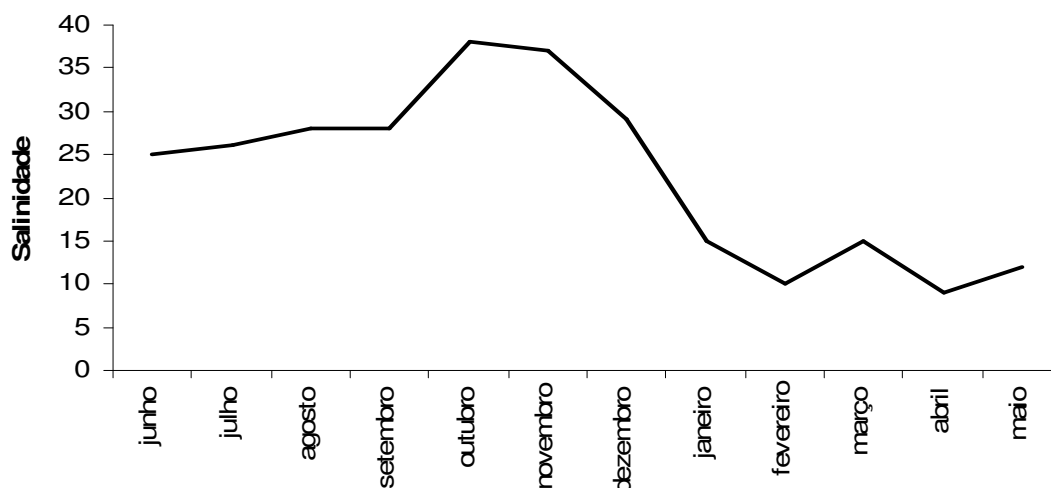


Figura 4. Salinidade da água na praia da Beira (Algoal - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.

O sedimento é composto predominantemente por areia fina com pequenas frações de argila. Percebe-se no segundo semestre um leve aumento da quantidade de frações finas (silte e argila) (figura 5).

F

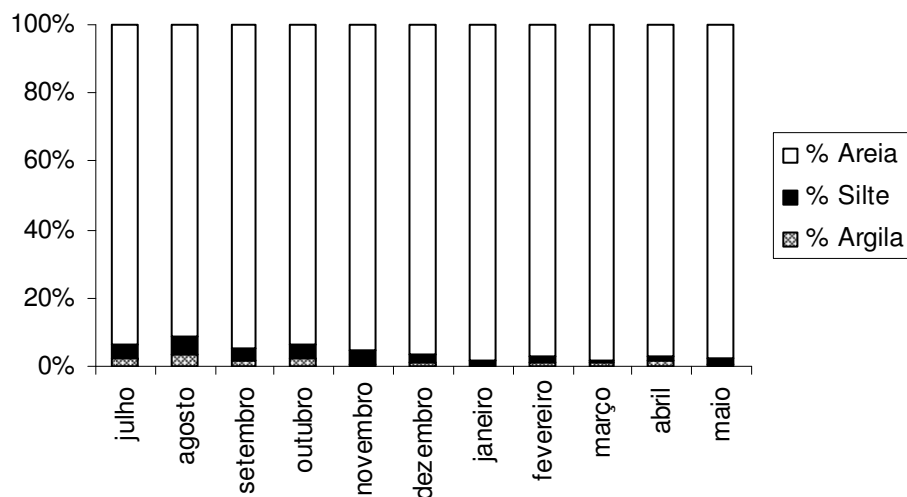


Figura 5. Textura dos sedimentos da praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.

Os percentuais de matéria orgânica registrados no sedimento foram baixos tanto no período de maior regime de chuvas quanto no menor (7,4 e 7%, respectivamente). Os teores de matéria orgânica no sedimento foram mais elevados em agosto de 2007 e janeiro de 2008, sendo o máximo registrado em janeiro (7,4%) e o mínimo em julho (0,1%) (figura 6).

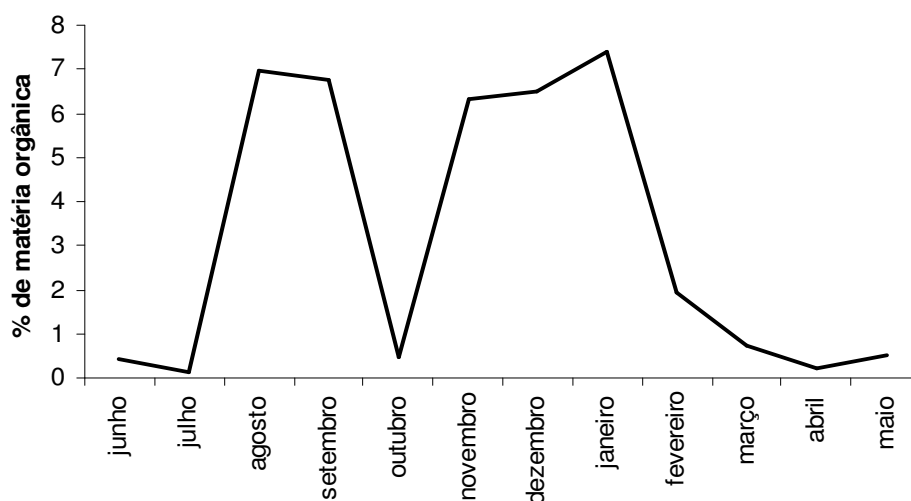


Figura 6. Percentual de matéria orgânica presente no sedimento da praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.

Os teores de clorofila-a e feopigmentos nos sedimentos apresentaram os menores valores durante o segundo semestre de 2007 (junho a dezembro) sendo registrado no primeiro semestre de 2008 (janeiro a maio) picos de  $55,46 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  no mês de abril para clorofila-a e  $38,40 \mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$  em fevereiro para feopigmentos (figura 7).

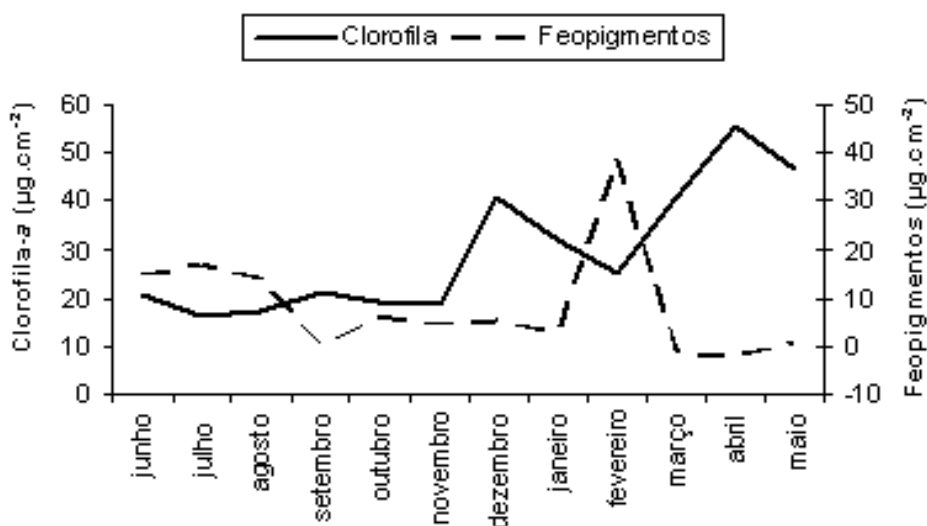


Figura 7. Valores de clorofila-a e feopigmentos no sedimento da Praia da Beira (Algodual-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008

## Dados Bióticos

### Estrutura populacional

Foi capturado um total de 1268 indivíduos, sendo 753 machos e 515 fêmeas. Os indivíduos variaram de 0,3 a 1,85 cm de comprimento da carapaça. Tanto os machos quanto as fêmeas apresentaram comprimento da carapaça variando de 0,3 a 1,85 cm. Os comprimentos médios das fêmeas foram significativamente maiores do que dos machos em quase todos os meses do ano (figura 8).

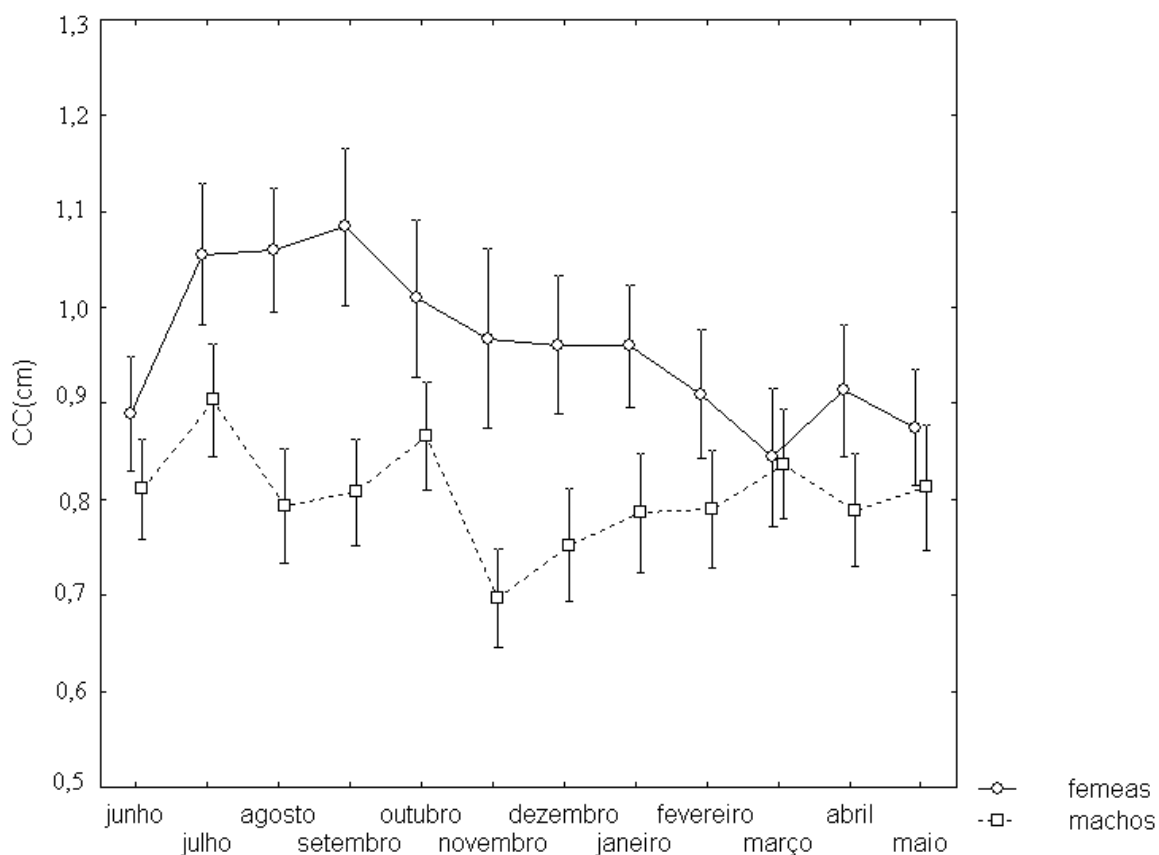


Figura 8: Comprimento médio da carapaça de machos e fêmeas de *Lepidophthalmus siriboia* na praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.

O comprimento da carapaça e o peso para as fêmeas e o comprimento da carapaça e o comprimento do propódio para os machos, tiveram alta e significativa correlação com crescimento alométrico positivo para ambos os sexos (figura 9).

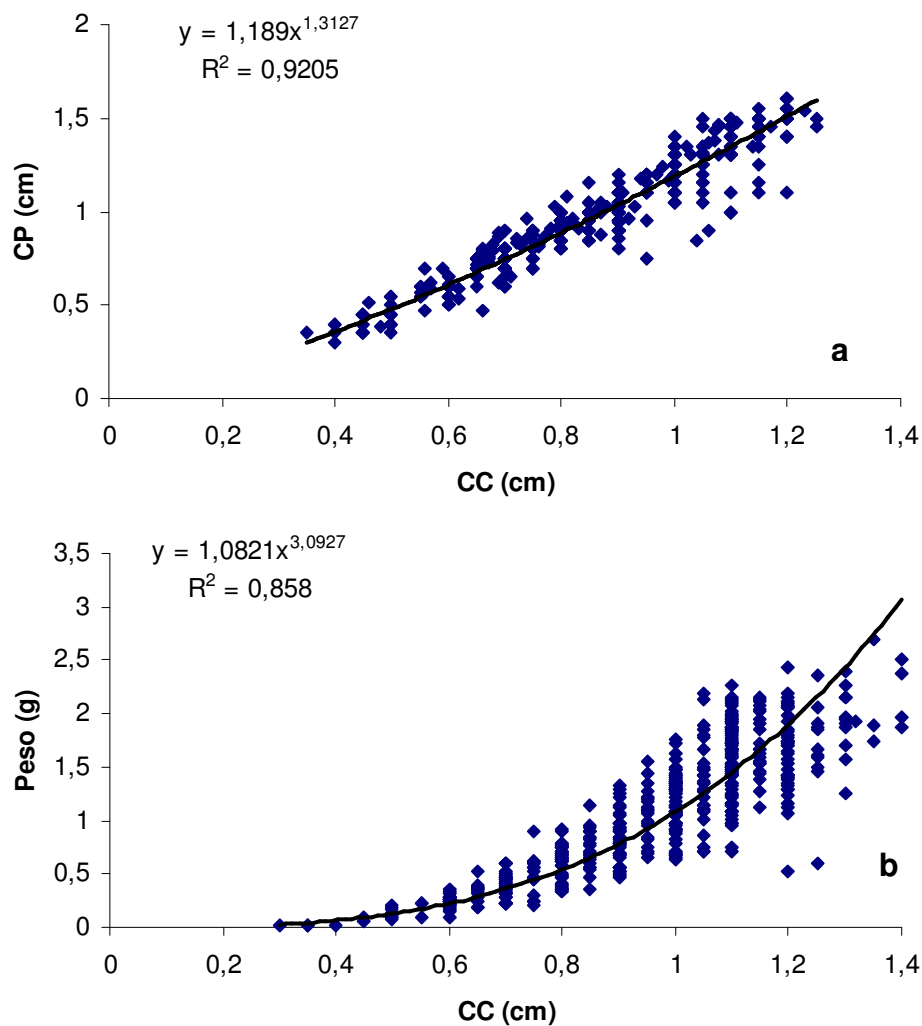


Figura 9: Relação entre comprimento do propódio (CP) e comprimento da carapaça (CC) para machos (a), e peso e comprimento da carapaça (CC) para fêmeas (b) de *Lepidophthalmus siriboia* capturados entre junho de 2007 a maio de 2008 na praia da Beira (Algodual - PA).

Foi observada correlação significativa entre comprimento da carapaça e peso das fêmeas e dos machos e os parâmetros ambientais (salinidade, clorofila, feopigmentos e matéria orgânica), exceto para fêmeas em relação ao parâmetro feopigmento.

### Tamanho de Primeira Maturação

O tamanho de primeira maturação dos machos foi menor que das fêmeas, sendo de 0,6 e 0,7 cm de comprimento da carapaça, respectivamente (figura 10).

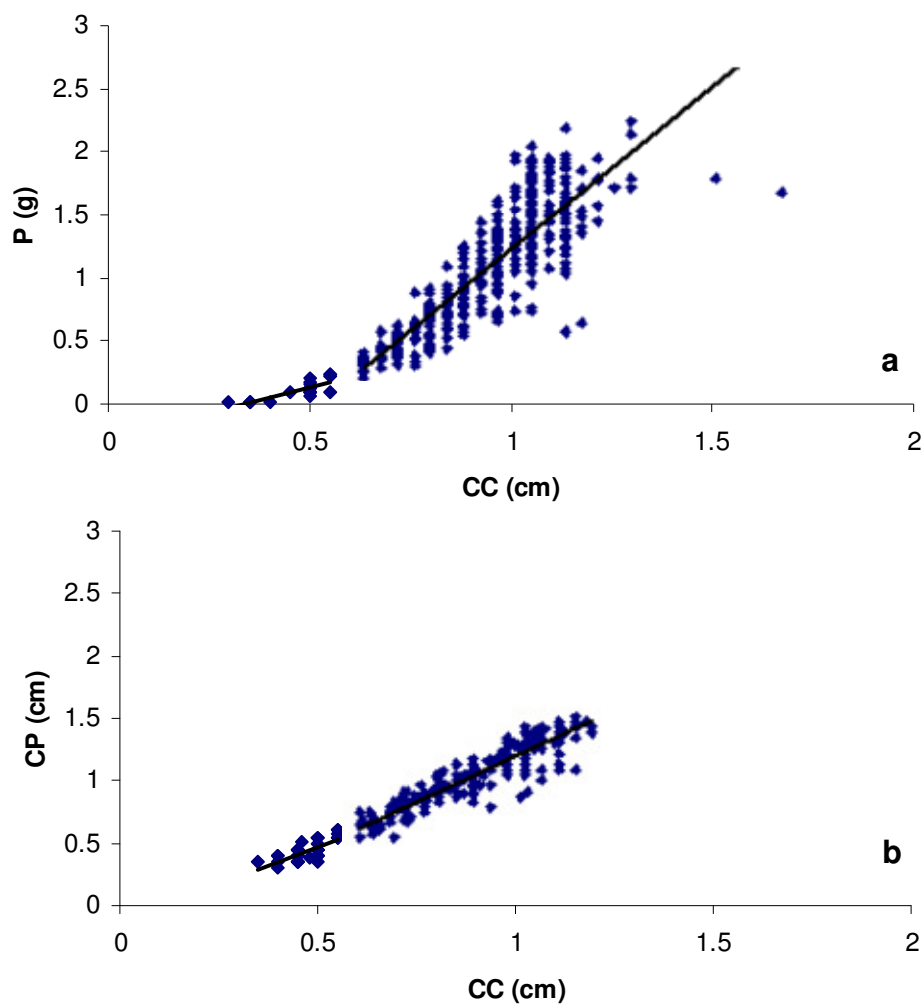


Figura 10: Comprimento de primeira maturação de fêmeas (a) e machos (b) de *Lepidophthalmus siriboia* capturados entre junho de 2007 a maio de 2008 na praia da Beira (Algodual - PA).



## Razão sexual

Os machos foram mais abundantes do que as fêmeas, totalizando 59,4% de todos os organismos capturados. Observou-se diferença significativa favorável aos machos para o ano como um todo principalmente nos meses de julho, setembro, outubro, novembro e março. Mesmo com uma proporção de machos maior que de fêmeas, as diferenças não foram significativas nos demais meses (tabela 1).

Tabela 1 – Razão sexual mensal de machos e fêmeas de *Lepidophthalmus siriboia* capturados no período de junho de 2007 a maio de 2008 na praia da Beira (Algodoal - PA), com os resultados do teste de Qui-quadrado.

Mês/ano	Número		Razão	
	Machos	Fêmeas	M:F	$\chi^2$
Junho/2007	76	60	1,26:1	n.s.
Julho	60	39	1,54:1	*
Agosto	58	50	1,16:1	n.s.
Setembro	69	31	2,22:1	**
Outubro	67	31	2,16:1	**
Novembro	79	24	3,29:1	**
Dezembro	60	40	1,5:1	n.s.
Janeiro/2008	54	52	1,04:1	n.s.
Fevereiro	55	46	1,19:1	n.s.
Março	65	40	1,62:1	*
Abril	61	45	1,35:1	n.s.
Maio	49	57	0,86:1	n.s.
Total	753	515	1,46:1	**

\*significativo ( $p < 0,05$ ), \*\* altamente significativo ( $p < 0,01$ ), n.s. não significativo.

Considerando a razão macho/fêmea por classe de comprimento, verificou-se predomínio significativo de machos nos comprimentos de carapaças menores que 1 cm, a partir deste comprimento, ocorre predomínio de fêmeas (tabela 2). Observa-se que o desbalanço sexual diminui nos intervalos de classe maiores, ocorrendo aumento da proporção de fêmeas. Nos comprimentos menores que 0,6 cm o número de machos é cerca de oito vezes

maior que o de fêmeas, o que nas classes posteriores, quando a desproporção a favor dos machos cai para 1,7 vezes e, a partir do comprimento de 1 cm passam a dominar as fêmeas.

Tabela 2 – Razão sexual mensal por classe de comprimento da carapaça de *Lepidophthalmus siriboia* capturados no período de junho de 2007 a maio de 2008 na praia da Beira (Algodual - PA), com resultados dos testes de Qui-quadrado.

Classes	Machos	Fêmeas	M:F	$\chi^2$
0,2 – 0,4	23	3	7,6:1	**
0,4 - 0,6	143	16	8,9: 1	**
0,6 - 0,8	166	93	1,8: 1	**
0,8 – 1	204	122	1,7: 1	**
1 - 1,2	163	208	0,8: 1	*
1,2 - 1,4	49	67	0,7: 1	n.s.
≥1,4	5	6	0,8:1	n.s
Total	753	515	1,46: 1	**

\*significativo ( $p < 0,05$ ), \*\* altamente significativo ( $p < 0,01$ ), n.s. não significativo.

### **Fecundidade e Período reprodutivo**

A fecundidade absoluta variou de 0 a 1546 ovos/fêmea, com valor médio de 826,25 ovos/fêmea. As relações entre fecundidade e peso e comprimento da carapaça foram positivas e significativas (figuras 11 e 12).

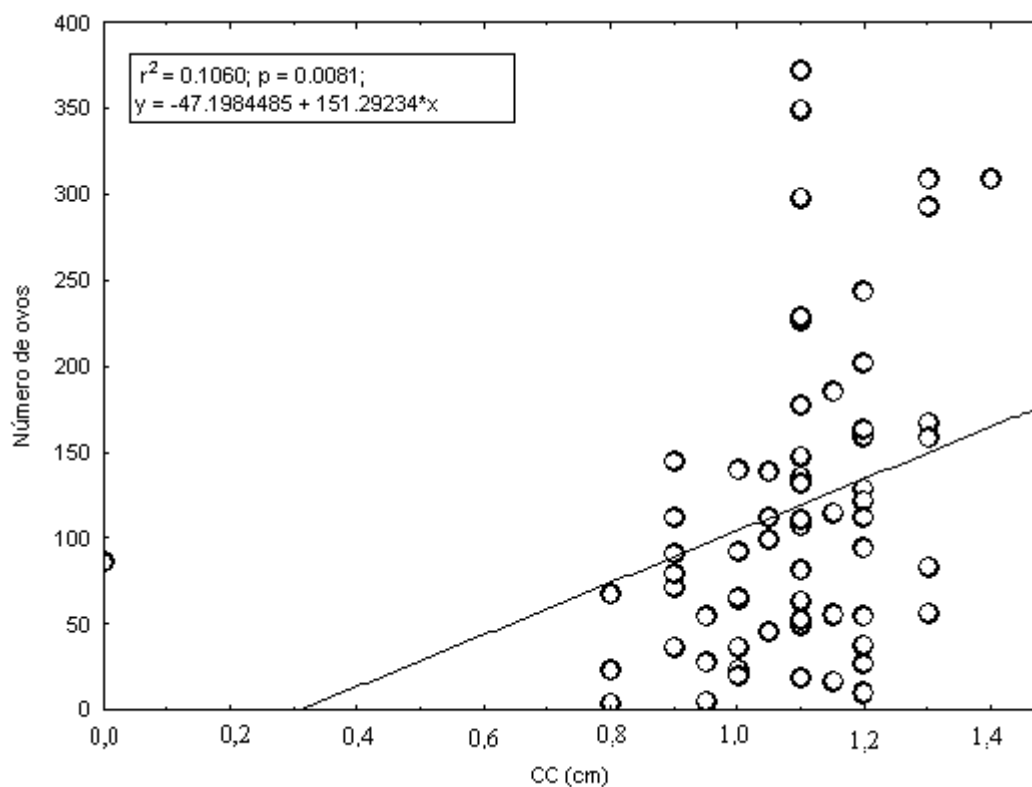


Figura 11. Relação entre fecundidade e comprimento da carapaça de fêmeas ovígeras de *Lepidophthalmus siriboia* da praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008

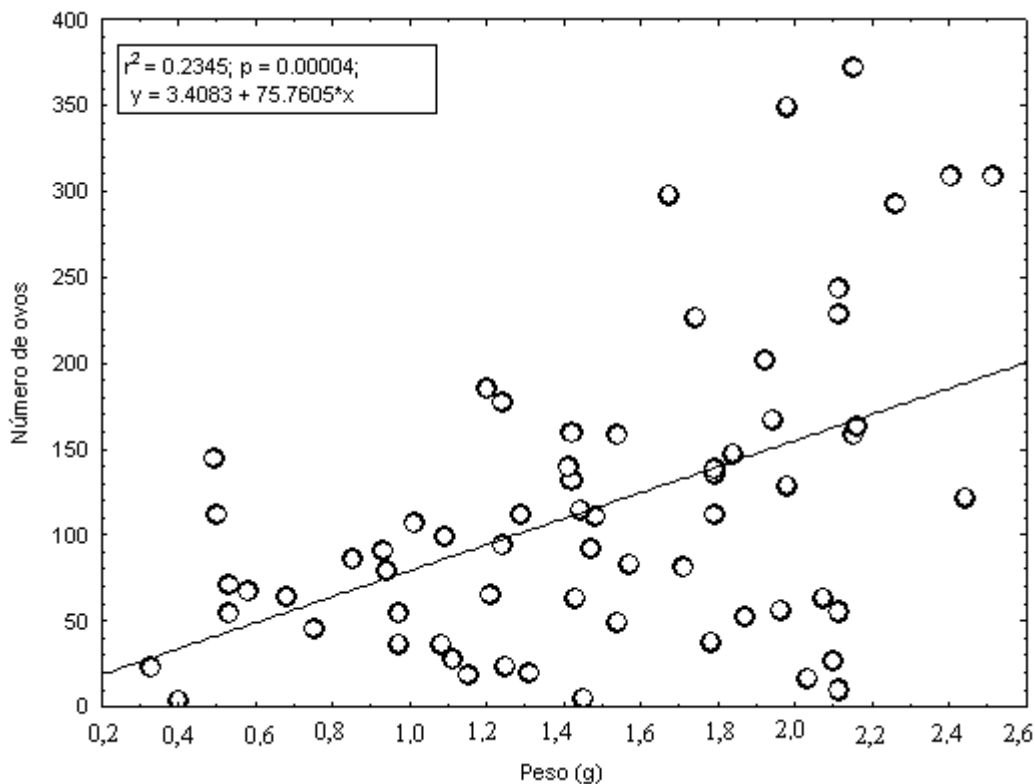


Figura 12. Relação entre fecundidade e peso de fêmeas ovígeras de *Lepidophthalmus siriboia* da praia da Beira (Algoadoal - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008

Foram registradas 139 fêmeas ovígeras com comprimentos de carapaça que variaram de 0,6 a 1,6 cm. Observa-se que a maior proporção de fêmeas com ovos ocorre no intervalo de comprimento de carapaça de 1,1 a 1,2 cm (figura 13). O maior número de fêmeas ovígeras ocorreu em julho, seguido dos meses de setembro e abril (figura 14).

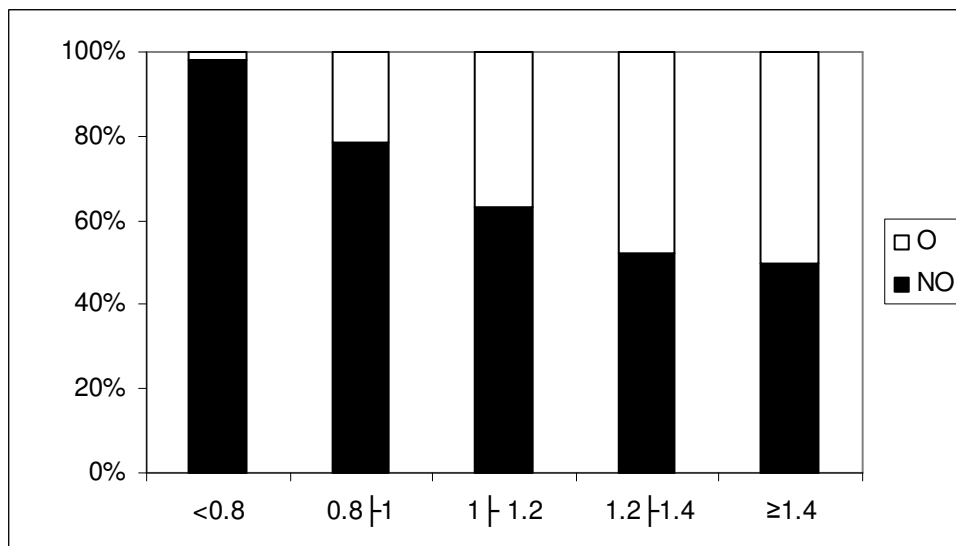


Figura 13: Frequência para fêmeas ovígeras de *Lepidophthalmus siriboia* da praia da Beira (Algoal - PA) por classe de comprimento da carapaça. O – fêmeas ovígeras, NO – fêmeas não ovígeras.

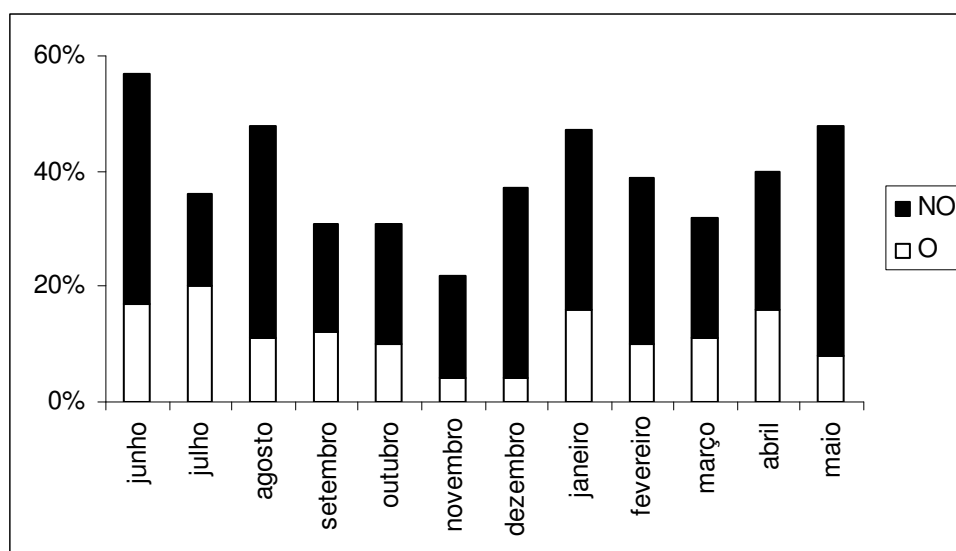
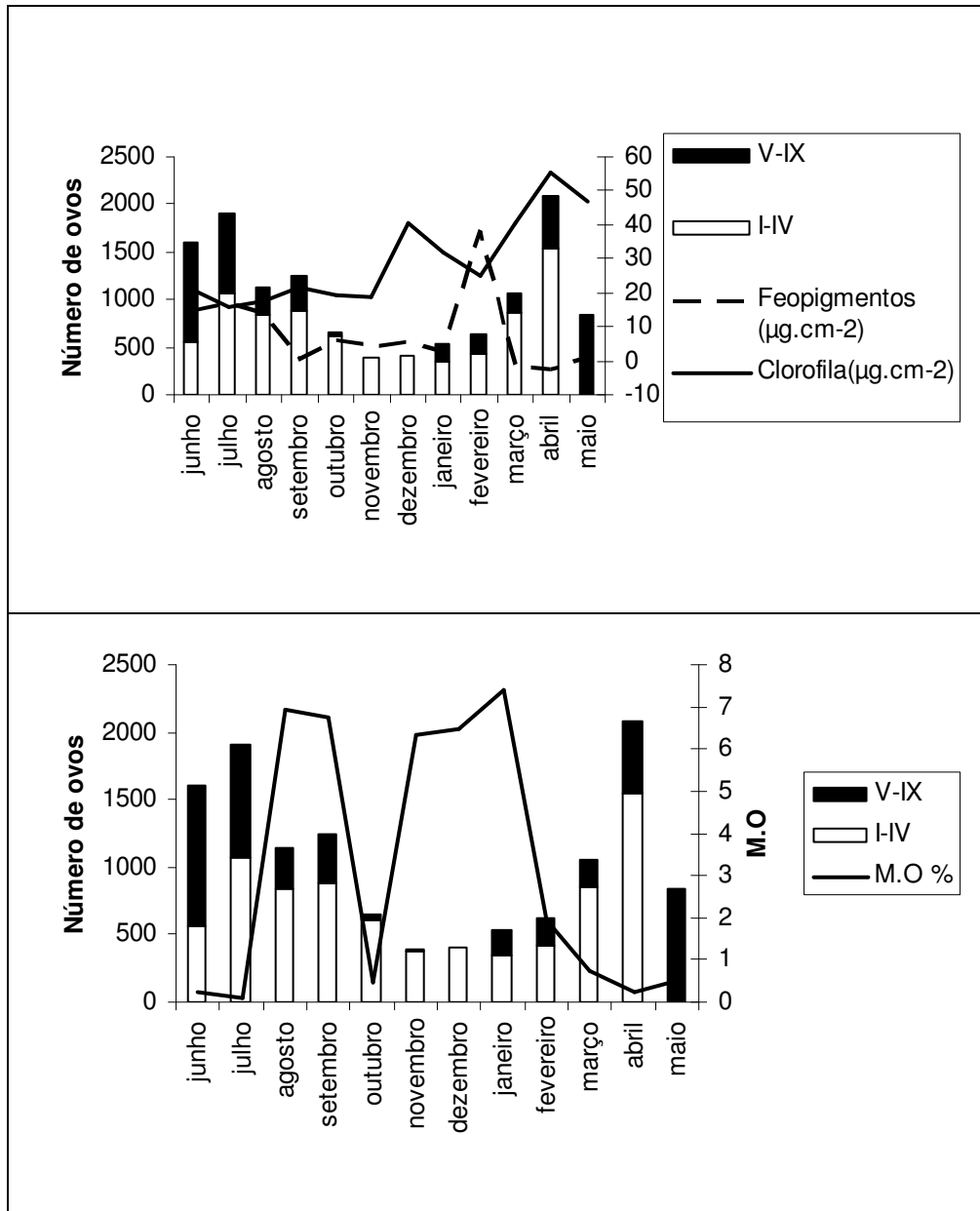


Figura 14: Frequência de fêmeas adultas ovígeras (O) e não ovígeras (NO) de *Lepidophthalmus siriboia* da praia da Beira (Algoal - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008.

Ovos nos estágios de VII-IX (último estágio antes da eclosão) foram praticamente ausentes entre outubro e dezembro, coincidindo com os meses em que foram registradas as maiores salinidades. Por outro lado, as maiores proporções de ovos nos estágios de VII – IX foram observadas nos meses de

janeiro a maio, quando foram registradas as menores salinidades e os maiores teores de clorofila-a e feopigmentos nos sedimentos (figura 15).



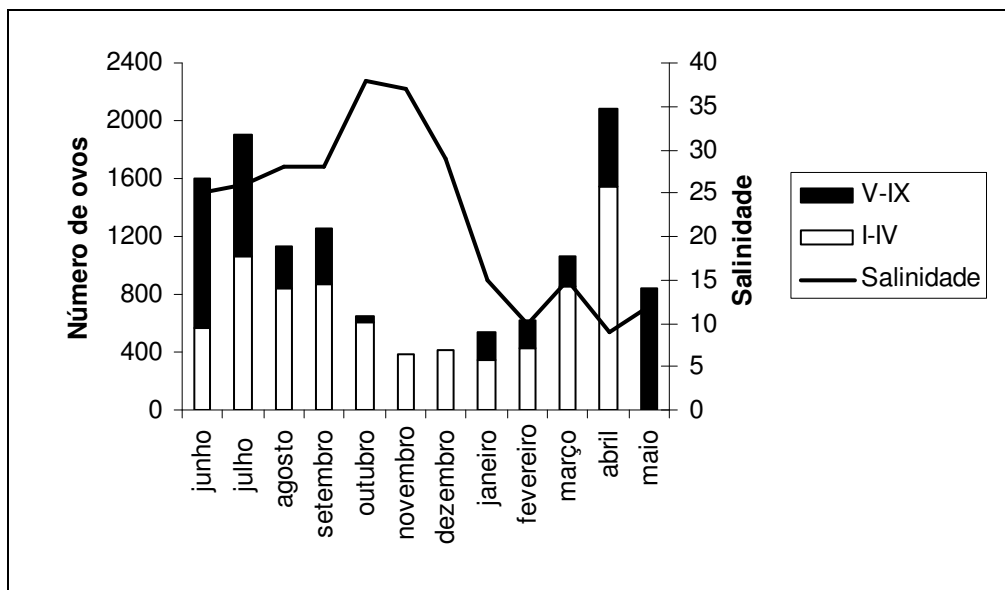


Figura 15: Relação entre os estágios de desenvolvimento dos embriões de *Lepidophthalmus siriboia* e as concentrações de clorofila-*a*, feopigmentos e matéria orgânica (M.O) no sedimento e salinidade da água na praia da Beira (Algodoal - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008. I-IV embriões sem olhos; V-IX embriões com olhos.

### Crescimento

Os parâmetros da curva de crescimento obtidos para machos e fêmeas mostram menor crescimento dos machos ( $L_{\infty}$ : 1,63 e  $K$ : 1;  $L_{\infty}$ : 1,68 e  $K$ : 0,8 para machos e fêmeas, respectivamente). Os valores de *winter point* (WP) foram 0,9 para machos e 0,09 para as fêmeas indicando redução na taxa de crescimento em outubro para os machos e janeiro para as fêmeas. Os parâmetros de crescimento calculados pelos métodos de Gulland e Holt (1959), Munro (1982), Appeldoorn (1987) e ELEFAN I, para cada sexo (tabela 3) não apresentaram grandes variações.

Tabela 3: Parâmetros de crescimento  $L_{\infty}$  (cm), K, C, WP e Rn de *Lepidophthalmus siriboa* capturados na praia da Beira (Algodual - PA) entre junho de 2007 e maio de 2008

Métodos		$L_{\infty}$ (cm)	K (cm/mês)	C	WP	Rn
Gulland e Holt	Machos	1,63	1	0,4	0,18	
	Fêmeas	1,68	0,8	0,8	0,09	
Munro	Machos	2,55	0,6			
	Fêmeas	2,8	0,4			
Appeldoorn	Machos	1,06	1			
	Fêmeas	1,15	1			
Length-at-age	Machos	0,79	3,42			
	Fêmeas	1,74	0,6			
ELEFAN I	Machos	1,13	1,7	1	0,2	0,651
	Fêmeas	1,48	1,3	1	0,2	0,415

$L_{\infty}$ : comprimento assintótico; K: taxa de crescimento; C: amplitude de oscilação ; WP: período do ano em que a taxa de crescimento é reduzido;

O valor do parâmetro C foi distinto entre os métodos ELEFAN I e Gulland e Holt. Segundo o último método o crescimento não apresenta variações sazonais representativas, ao contrário do valor encontrado pelo ELEFAN I que registrou valor máximo ( $C=1$ ) para ambos os sexos. O valor de WP não apresentou grande variação entre as metodologias para ambos os sexos. De acordo com o método de Gulland e Holt, o período de menor crescimento das fêmeas é janeiro e dos machos é fevereiro e, de acordo com o ELEFAN I tanto as fêmeas como os machos têm seu crescimento reduzido entre fevereiro e março.

A partir dos comprimentos médios encontrados pelo método de Bhattacharya foi possível fazer a Análise de Progressão Modal (MPA) dos comprimentos médios ao longo do ano para ambos os sexos. De acordo com os histogramas de crescimento, foram observadas duas coortes anuais para cada sexo (figura 16).

Para ambos os sexos a idade máxima estimada é de 2,5 anos.



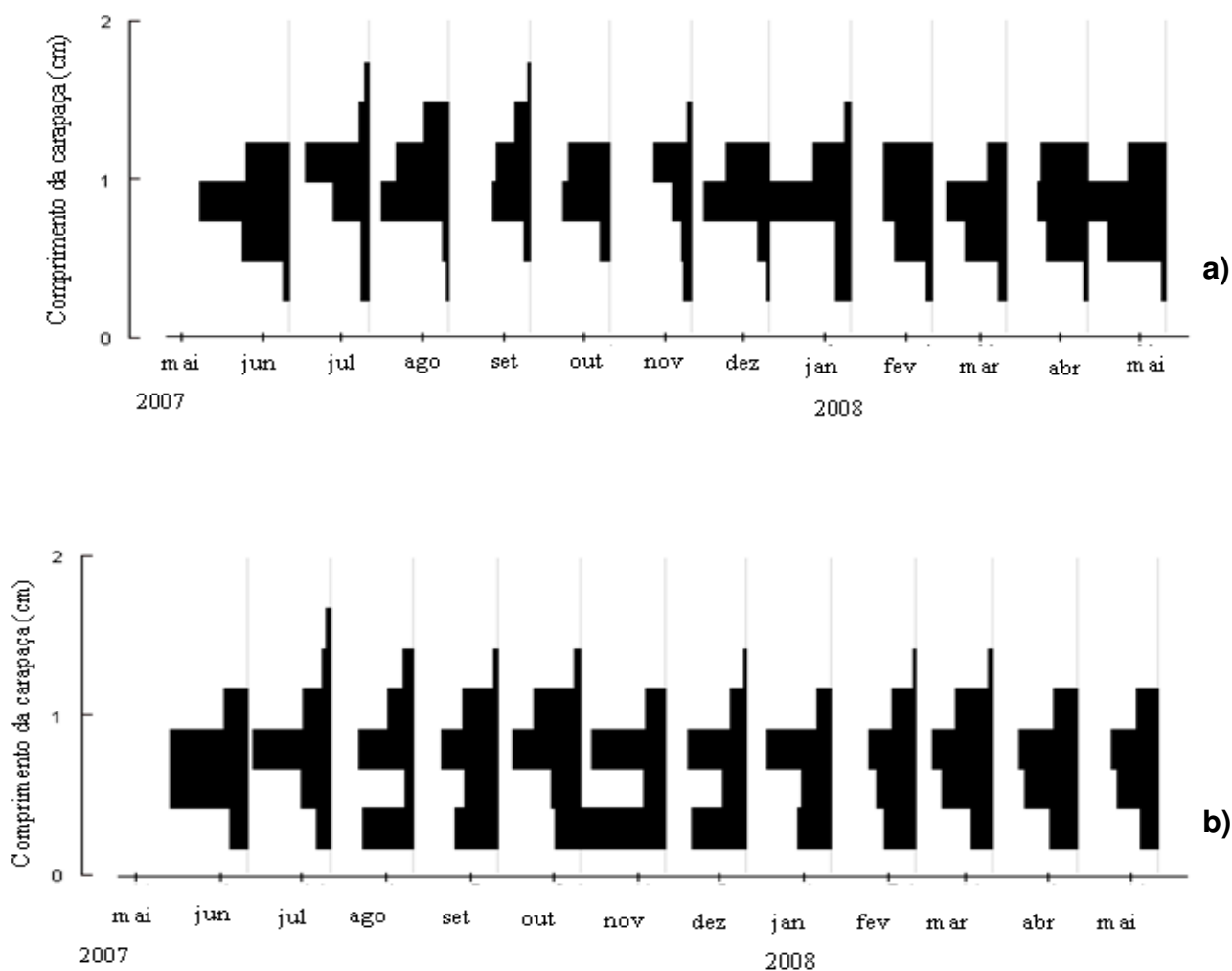


Figura 16. Histogramas de crescimento de fêmeas (a) e machos (b) de *Lepidophthalmus siriboa* da praia da Beira (Algoal - PA)

### Mortalidade e Recrutamento

A estimativa da mortalidade pelo método da curva de captura de Ricker (1975) foi de 0,11 para fêmeas e 1,67 para machos (figura17).

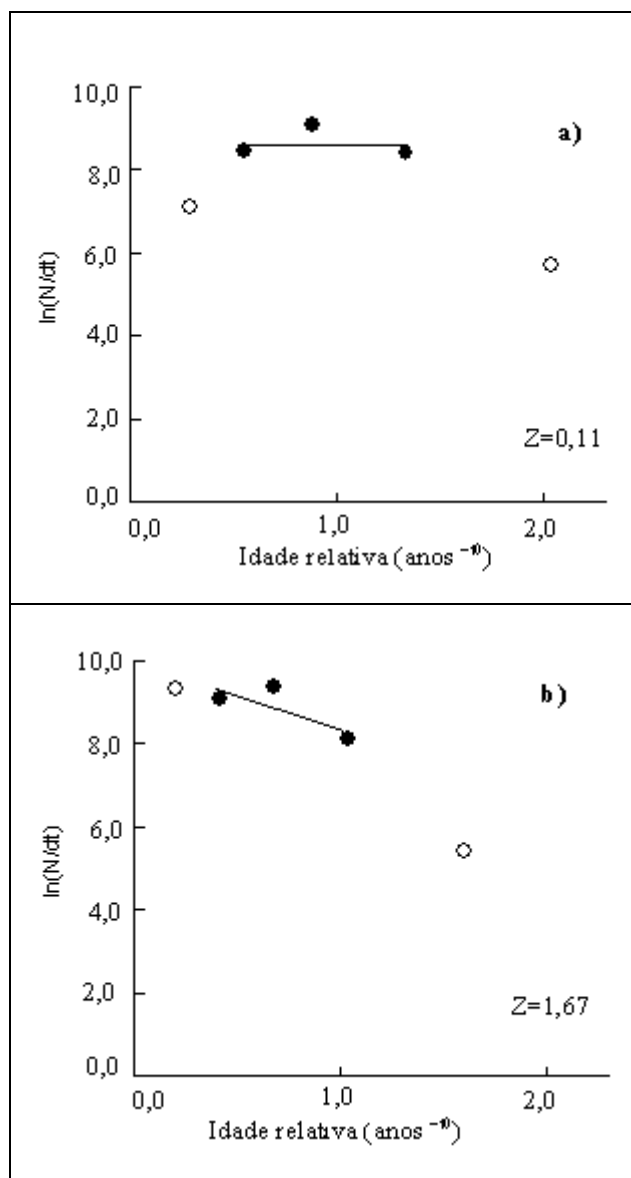


Figura 17: Curva de captura de Ricker (1975) e estimativa de Z para fêmeas (a) e machos (b) de *Lepidophthalmus siriboia* da praia da Beira (Algodual-PA)

Os valores de Z estimados pela equação de Beverton e Holt (tabela 4) e pela curva de Ricker foram distintos para fêmeas e semelhantes entre os machos, sendo maior para os machos em ambos os métodos. O mesmo padrão foi observado para as estimativas do método de Powell–Wetherall, que resultou em 3,98 para machos e 2,25 para fêmeas.

Tabela 4: Estimativa de Z para fêmeas e machos pelo método de Beverton e Holt a partir do L médio e L',  $L_{\infty}$  (cm) e K (cm/mês) de *Lepidophthalmus siriboia* capturados na praia da Beira (Algoal-PA) entre junho de 2007 e maio de 2008

	$L_{\infty}$	K	Lm	L'	Z
Fêmeas	1,68	0,8	0,82	0,43	1,76
Machos	1,63	1	0,8	0,37	1,9

$L_{\infty}$ : comprimento assintótico; K: constante de crescimento (cm/mês); Lm: comprimento médio dos indivíduos maiores que L'; L': comprimento em que os indivíduos são vulneráveis à pesca

Ainda que ocorra recrutamento ao longo de todo o ano, foram identificados três pulsos principais de recrutamento para machos e fêmeas, um em novembro, um em fevereiro e outro em maio (figura 18).

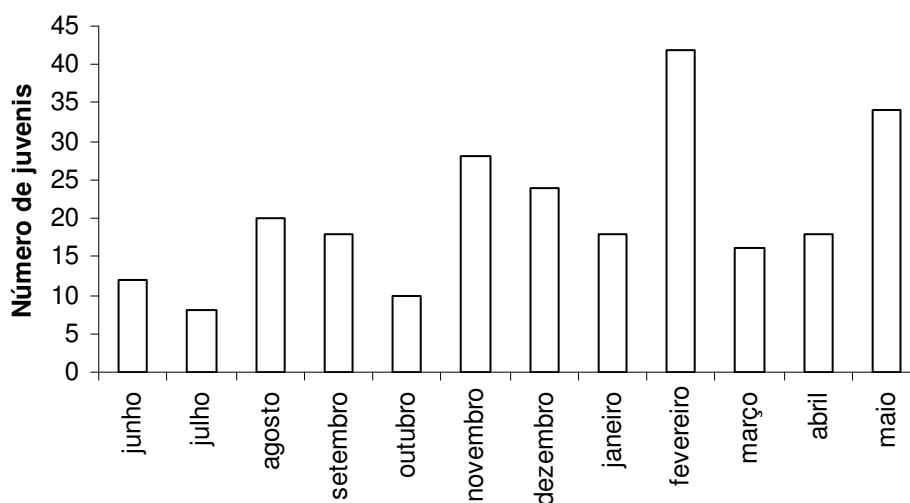


Figura 18: Número de juvenis de *Lepidophthalmus siriboia* da praia da Beira (Algoal-PA) entre junho de 2007 a maio de 2008

## DISCUSSÃO

Algadoal apresentou dois períodos climáticos com início do período mais chuvoso no mês de dezembro e do menos chuvoso em junho. Moraes et al. (2005) citam que este é um padrão típico da zona costeira paraense, sendo o máximo de precipitação atingido no trimestre de fevereiro a abril com particularidades em algumas regiões, como no nordeste paraense, onde se insere Algadoal, na qual se observa início tardio da estação chuvosa.

Em Algadoal, a salinidade da água apresentou grande flutuação entre os meses de maior e menor intensidade de chuva, caracterizando duas fases distintas, a exemplo do que ocorre em outros estuários da costa paraense (FLAMBOT, 1988; SOUZA et al., 2008; OLIVEIRA, 2008). As menores salinidades foram registradas em fevereiro e abril (10 e 9, respectivamente), a partir do qual começa o aumento de salinidade das águas (FLAMBOT, 1988). Segundo Magalhães et al. (2006) os ambientes costeiros do nordeste paraense apresentam claro padrão sazonal de variação de salinidade, com redução deste parâmetro nos meses com mais chuvas, caracterizando o ambiente como polihalino; e, euhalino durante os meses de menor precipitação pluviométrica.

O sedimento de Algadoal foi composto predominantemente por areia fina, com redução de finos (silte e argila) no período de menor precipitação. O aumento de areia nos meses chuvosos decorre do aumento da hidrodinâmica, característico desta época do ano, que causa a ressuspensão e transporte dos finos para fora do estuário. Alves et al. (2005), em Ajuruteua, observaram o mesmo padrão e atribuem sua ocorrência ao regime de marés associada à ação das ondas, já que as praias da zona costeira paraense estão condicionadas à variabilidade do comportamento hidrodinâmico com aumento da energia das ondas durante o período mais chuvoso.

Os valores de clorofila *a* e feopigmentos foram máximos durante o pico do período chuvoso concordando com o estudo realizado por Paiva et al. (2006) no estado do Pará. Segundo estes autores, a abundância neste período está associada aos feopigmentos provenientes da vegetação marginal inundada e de detritos trazidos pela correnteza.

As concentrações de matéria orgânica em Algadoal assemelham-se aos valores registrados em outros estudos na costa paraense (SILVA, 2008;

BRAGA, et al., 2009; PAULA et al., 2006), sendo sempre muito baixas (menores que 10%). O grande fluxo de água e as fortes correntes, característica de regiões dominadas por regime de macro – marés dificultam a deposição de partículas finas em áreas rasas, como nas praias oceânicas expostas ou naquelas localizadas próximo a desembocadura de estuários (ALVES et al., 2005), resultando em baixos de matéria orgânica nos sedimentos desta áreas. Nos meses de agosto e janeiro, as concentrações de matéria orgânica nos sedimentos foram máximas, coincidindo com o pico de produção de *Spartina* sp., vegetação abundante nas proximidades da área de coleta, que ocorre no meio do período chuvoso (BRAGA, com. pes.). No período de chuvas menos intensas, o pico de produção de serapilheira no manguezal adjacente a área de estudo foi provavelmente a fonte de matéria orgânica para os sedimentos (NASCIMENTO et al., 2006).

O comprimento máximo da carapaça registrado para machos e fêmeas de *Lepidophthalmus siriboia* (1,85 cm para ambos os sexos) foi similar ao encontrado por Felder e Staton (2000), em relação aos machos (1,8 cm), para uma espécie do mesmo gênero (*L. manningi*) no México e, superior em relação às fêmeas (1,4 cm). O comprimento observado foi também superior ao registrado por Dworschak (2000) para *L. louisianensis* no México (1,4 cm). A semelhança entre os comprimentos para estas espécies deve-se à similaridade das condições ambientais, principalmente no que se refere à produtividade, que caracteriza disponibilidade de alimento durante todo ano, como mostram nossos resultados. Assim, a energia obtida a partir da ingestão de partículas orgânicas são investidas, dentre outras coisas, no crescimento (NICKELL e ATKINSON, 1995).

O tamanho máximo foi o mesmo para ambos os sexos, no entanto o tamanho médio das fêmeas foi significativamente maior que o dos machos. Segundo Pezzuto (1998) e Souza et al. (1998) citam que para *Sergio mirim* e *Callichirus major* o maior comprimento das fêmeas está relacionado ao predomínio deste sexo nas classes de comprimento superiores. No presente estudo, ainda que os machos tenham sido maioria em todas as classes de comprimento, observou-se aumento proporcional do número de fêmeas nos

comprimentos maiores além das mesmas atingirem maiores comprimentos totais.

A razão sexual foi macho dominante durante todos os meses estudados. No entanto, a desproporção diminuiu consideravelmente entre os indivíduos adultos. Segundo Rowden e Jones (1994) e Botter-Carvalho et. Al. (1996) o predomínio de fêmeas nas classes de comprimento superiores pode estar relacionado à posição que estas ocupam nas galerias (porção mais superficial), resultando em uma maior captura dos indivíduos deste sexo, quando a coleta se faz com bomba de sucção, que penetra apenas superficialmente no sedimento, alcançando assim somente as fêmeas, já que os machos ficam em profundidades maiores.

Nates e Felder (1999), entretanto, citam estudos em que fêmeas foram capturadas a profundidades de até 2 metros utilizando a mesma técnica. Para eles, o que facilita a coleta e a dominância de fêmeas entre os indivíduos de maior comprimento (adultos) é o deslocamento realizado pelas fêmeas ovígeras para a superfície das galerias para a desova ou para melhorar a ventilação dos ovos. Além disto, o mesmo padrão tem sido observado utilizando-se outras técnicas a exemplo de amostradores hidráulicos (FELDER e LOVETT, 1989).

Em Algodoal, o maior comprimento das fêmeas não se deve ao efeito do amostrador utilizado, sendo uma característica da população local, dado que Monteiro (2009) observou que nesta área as galerias de *Lepidophthalmus siriboia* atingem no máximo 10 cm e as características do substrato (lamoso) permitiriam a mesma eficiência de captura para machos e fêmeas ao utilizar bomba de sucção.

A dominância de machos ao longo do ano discorda de outros estudos realizados com calianassídeos que geralmente registraram mais fêmeas (DEVINE, 1966; FELDER e LOVETT, 1989; PEZZUTO, 1993; HERNÁEZ e WEHRTMANN, 2007). BerKenbusch e Rowden (1998) registraram proporção de 1,5 fêmeas: 1 macho para *Callianassa filholi*, Pezzuto (1998) observou proporção de 1 fêmeas: 0,72 machos para *Sergio mirim* e Souza et al., (1998) citam que 63% da população de *Callichirus major* estudada no Paraná era composta por fêmeas.

Segundo Vazzoler (1996), desproporção sexual pode ser gerada por três fatores básicos: 1) a mortalidade atuando de modo diferencial sobre machos e fêmeas, que pode determinar o predomínio de indivíduos de um dos sexos; 2) o crescimento diferencial entre machos e fêmeas que pode levar a dominância de determinado sexo numa classe específica de comprimento; 3) comportamento diferencial dos indivíduos durante uma das fases do ciclo de vida levando a uma maior susceptibilidade à captura de um dos sexos.

A desproporção entre machos e fêmeas adultos, com predomínio de fêmeas, pode decorrer do comportamento territorialista, morte devido ao combate durante a coorte e pela maior predação a que os machos se sujeitam na procura por parceiras durante o período reprodutivo (FELDER e LOVETT, 1989; DUMBALD et al., 1996; TAMAKI et al, 1997; SOUZA et al., 1998). Durante a reprodução, machos de *L. siriboia* desenvolvem comportamento agressivo, devido ao gasto energético disponibilizado para a construção de sua galeria e devido, principalmente, à proteção e disputa por parceiras (PEZZUTO, 1993).

Segundo Hailstone e Stephenson (1961) e Felder e Lovett (1989), a predominância de machos parece ser uma característica de populações jovens, o que concorda com os resultados obtidos em Algodoal, já que a área na qual os organismos foram coletados está em expansão, tendo sido observado ao longo da coleta, o aumento do tamanho do banco lamoso, que favoreceu a expansão da área ocupada pela população estudada. Tal rápida expansão foi favorecida pelo caráter reconhecidamente oportunista da espécie (FELDER, 2001).

Observou-se neste trabalho crescimento alométrico positivo para ambos os sexos. Felder e Lovett (1989) registraram também alometria positiva para machos e negativa para fêmeas de *Lepidophthalmus louisianensis*. Berkenbusch e Rowden (1998) registraram em juvenis de *Callianassa filholi* crescimento alométrico positivo para machos e isométrico para fêmeas. Quando maduros, Hernáez e Wehrtmann (2007) encontraram o mesmo padrão de crescimento para os machos da espécie *Lepidophthalmus louisianensis* e *Callichirus seilacheri*, respectivamente, e para as fêmeas, o padrão encontrado foi alométrico negativo. Berkenbusch e Rowden (1998) também registraram o mesmo padrão de alometria positiva para machos de *Callianassa filholi* e

crescimento isométrico para fêmeas. Quando maduros ambos os sexos apresentaram alometria negativa. Berkenbusch e Rowden (1998) citam que alometria negativa ocorre durante o período reprodutivo e que deve-se ao gasto energético investido a maturação das gônadas (FONTELES-FILHO, 1989).

Dado que o crescimento durante a maturidade de fêmeas pode ser vista pela produção de ovos e não pelo tamanho da maior quela, como é vista nos machos (FELDER e LOVETT, 1989), podemos dizer que em Algodoal, este padrão de alometria negativa em toda a população não deve ser observado, já que ao longo de todo o ano existem fêmeas maduras.

O tamanho de primeira maturação registrado no presente estudo foi de 0,7 cm de CC para fêmeas e 0,6 cm de CC para machos, valor inferior ao encontrado por Felder e Lovett (1989) que citam 1 cm em comprimento de carapaça para fêmeas de *Lepidophthalmus louisianensis* e, ao encontrado por Nates e Felder (1999) tanto para machos (1,1 cm CC) quanto para fêmeas (1,08 cm CC) de *L. sinuensis*.

Fêmeas ovíferas variaram de 0,65 a 1,85 cm de comprimento da carapaça, valores semelhantes aos encontrados para *Lepidophthalmus sinuensis* (0,7 e 1,68 cm) por Nates e Felder (1999) no norte da América do sul. Botter–Carvalho et al., (2006) citam que altas temperaturas influenciam no menor comprimento de maturação sexual sugerindo que espécies de regiões tropicais possuem tamanhos de maturação inferiores aos de espécies de regiões de climas temperados.

Em crustáceos decápodos, a maturidade pode variar intraespecificamente e latitudinalmente em função da ação diferenciada de fatores ambientais como a salinidade e a temperatura (HINES, 1989). De acordo com Fonteles – Filho (1989), a maturidade está relacionada ao alcance de um determinado tamanho individual, já que o comprimento determina a quantidade de ovos a serem carregados.

O número de ovos/fêmea encontrado neste estudo (876 ovos/fêmea) foi superior ao registrado por Nates e Felder (1999), que registrou um número médio de 251 ovos/fêmea para indivíduos de *Lepidophthalmus sinuensis*. A diferença entre a fecundidade das espécies *L. sinuensis* e *L. siriboia* pode ser explicada pelos ciclos larvais, já que o ciclo da primeira espécie compreende somente dois estágios de zoea, implicando em um menor número de ovos de



maior tamanho, enquanto que da segunda inclui três estágios de zoea e um de megalopa.

Segundo Alves e Brossi-Garcia (2007) o tamanho das fêmeas é o principal determinante da fecundidade, já que é ele que determina o tamanho do espaço destinado ao desenvolvimento gonadal e ao número de ovos que poderão ser carregados.

Fêmeas ovígeras ocorreram durante todo o período amostral sugerindo que a espécie tem reprodução contínua, assim como os resultados encontrados por Nates e Felder (1999). A reprodução contínua é comum em regiões tropicais, dada as elevadas e constantes temperaturas durante todo o ano. Por este motivo, o pico de fêmeas ovígeras de espécies de regiões temperadas ocorre durante a primavera e verão, período em que o aumento da temperatura favorece a reprodução (MACGINITIE, 1935).

De acordo com Nates e Felder (1999) este tipo de reprodução é capaz de justificar a captura de muitos animais pequenos e a baixa fecundidade absoluta de fêmeas de regiões tropicais quando comparadas à fecundidade absoluta de fêmeas de regiões temperadas. Temperatura, pluviosidade, salinidade e disponibilidade de alimento são responsáveis não só pelo tempo e duração das estações reprodutivas, como também pelo sucesso reprodutivo de organismos que sofrem influência marinha (VENTURA e PIRES, 2002).

A menor percentagem de fêmeas ovígeras ocorreu no mês de dezembro quando foi registrada alta salinidade. Segundo Forbes (1973), salinidade acima de 20 favorece tanto o desenvolvimento dos ovos quanto os estágios larvais de *Callinassa kraussi*, justificando a maior abundância de fêmeas ovígeras no período de junho a novembro (período menos chuvoso), onde foram registrados os maiores valores de salinidade (25 a 38).

Em Algodual, a estação reprodutiva está mais relacionada à pluviosidade (VALENTI, 1984) e, conseqüentemente às iminentes variações de salinidade e oferta de alimento. Foram observados ao longo do ano três picos reprodutivos, um em julho e setembro (período de estiagem), em que a salinidade apresentou valores intermediários e, outro em janeiro (período mais chuvoso), com baixos valores de salinidade e elevado valor de matéria orgânica e clorofila.

Este padrão reprodutivo foi observado também para *Macrobrachium amazonicum* na ilha do Combú (PA) por Frédou et al. (2009). Segundo estes autores, o período reprodutivo que acontece durante a ocorrência de chuvas mais intensas garante maior possibilidade de dispersão das larvas, abundância de alimento e proteção. Já o segundo período reprodutivo é influenciado pelo considerável aumento da população fitoplanctônica, que se converte na grande oferta de alimento.

Em Algodual, os valores estimados de comprimento assintótico ( $L_{\infty}$ ) para as fêmeas foram maiores que para os machos, padrão este que não é comum entre calianassídeos (BOTTER-CARVALHO et al., 2006, SOUZA et al., 1998), entretanto estes valores concordam com o resultado obtido neste estudo, uma vez que o comprimento médio dos machos foi em todos os meses menor que o das fêmeas. Segundo Somers e Nel (1998) o menor tamanho dos machos em Callianassidae decorre do comportamento destes durante a reprodução, quando a competição intra-específica, que envolve interações agressivas decorrentes das buscas por parceiras e abrigos, acarreta maior mortalidade dos indivíduos deste sexo, reduzindo o tamanho final da população de machos.

Os crustáceos possuem um crescimento peculiar em função da ocorrência de ecdises periódicas o que pode causar dificuldades à estimativa dos parâmetros das curvas de crescimento por tamanho e peso González-Gurriarán (1985 apud PINHEIRO e TADDEI, 2005). Nesse grupo, não existe uma estrutura rígida que permita a determinação de idade como ocorre em outros animais.

Por este motivo, no presente estudo, para a estimativa de crescimento foi utilizada distribuição de frequência de comprimento total (método indireto), que vem sendo utilizada por diversos autores na determinação das curvas de crescimento para calianassídeos e outros crustáceos (PEZZUTO, 1998; SOUZA et al., 1998; SILVA et al., 2007). Entretanto, esta metodologia tende, em determinadas ocasiões, a subestimar ou sobreestimar os valores dos parâmetros de crescimento.

O tempo de vida estimado para machos e fêmeas (2,5 anos) no presente estudo está na média do tempo de vida estimado para outros calianassídeos. Felder e Lovett (1989) registraram 2 – 2,5 anos para *Lepidophthalmus louisianensis* coletado na Louisiana; Berkenbusch e Rowden (1998) registraram

um ciclo de 2 – 3 anos para a espécie *Callianassa filholi* capturados na Nova Zelândia; Pezzuto (1998) registrou 4,14 anos para *Sergio mirim* encontrado também no sul do Brasil e, Souza et al. (1998) registraram ciclo de vida de três anos para *Callichirus major* no sul do Brasil.

Não houve grande diferença nos WP (Winter Point) registrados para fêmeas e machos. O período de menor crescimento (WP) para fêmeas ocorreu em janeiro, coincidindo com um dos picos reprodutivos, durante o qual estas despendem maior gasto energético para gametogênese que os machos (PEZZUTO, 1998). Este resultado foi semelhante ao encontrado Botter-Carvalho (2006) para *Callichirus major*. Para os machos, o período de menor crescimento corresponde ao mês de fevereiro. O valor de WP registrado para os machos neste estudo assemelha-se ao encontrado por Pezzuto (1998). Nos machos, a redução do crescimento parece estar sendo influenciada pela diminuição da salinidade registrada no mês de fevereiro.

Nossos dados sugerem que a população estudada não sofreu grandes oscilações no crescimento ao longo do ano, dado o valor de C registrado de 0,2 e 0,3 para fêmeas e machos, respectivamente. Segundo Somers (1988 apud PETRACO et al., 2003) quando o parâmetro de oscilação do crescimento (C) é menor ou igual a 0,3, as oscilações no crescimento são consideradas irrelevantes.

Os coeficientes instantâneos de mortalidade total estimados para *Lepidophthalmus siriboia* concordaram com os parâmetros de crescimento, já que foram registrados maiores valores de Z para machos, que como mencionado anteriormente, tem relação com o comportamento reprodutivo. Pezzuto (1998) registrou mortalidade de 1,5 e 1,4, para machos e fêmeas de *Sergio mirim*, respectivamente.

Assim como os valores de Z, a taxa de mortalidade (Z/K) de *L. siriboia* também foi maior para os machos (3,98) que para as fêmeas (2,25). Mesmo alta, a taxa de mortalidade encontrada para os machos da ilha de Maiandeuá foi semelhante à registrada por Botter-Carvalho et al., (2006) (3,92). Esta alta taxa de mortalidade dos machos decorre, provavelmente, do comportamento durante o período reprodutivo durante o qual os machos têm alto gasto energético na construção e manutenção de suas galerias, na escavação

aleatória em busca de parceiras e, principalmente, nas brigas intra-específicas no combate durante a coorte.

Ocorreram dois importantes pulsos de recrutamento durante o ano, apesar de existirem pulsos menores em outros meses. Resultados semelhantes foram registrados por Botter-Carvalho (2001) para *Callichirus major* (dezembro – março para machos e janeiro – maio para fêmeas) e, diferentes dos registrados por Hernáez e Wehrtmann (2007) para *C. seilacheri*, que tiveram o maior pulso registrado no mês de fevereiro, coincidindo com o aumento de temperatura.

De acordo com Fonteles-Filho (1989), um dos fatores responsáveis pela ocorrência de recrutamento contínuo, comum em regiões tropicais, é a reprodução contínua, como registrado no presente estudo. Também a baixa fecundidade da espécie, como já mencionado anteriormente, pode levar a ocorrência de recrutamento contínuo, sendo esta uma estratégia para garantir a manutenção do estoque ao longo do ano.

Observa-se que os pulsos de recrutamento da população estudada não estão diretamente ligados ao regime pluviométrico, já que ocorrem tanto no período de maior como de menor precipitação pluviométrica. O pulso registrado em fevereiro parece estar relacionado com a quantidade de nutrientes, que levou a ocorrência no mesmo mês de um pico da concentração de feopigmentos nos sedimentos. Por outro lado, o recrutamento em novembro, quando a salinidade foi 37, foi quatro vezes maior do que a do mês de abril. Posey (1987), em um experimento de laboratório, atestou que calianassídeos foram sensíveis a salinidade inferior a 10, já que ocorre uma diminuição das atividades destes organismos à medida que a salinidade também diminui, o que justificaria a diferença de magnitude do recrutamento entre meses.

## CONCLUSÕES

- Os comprimentos da carapaça registrados para *Lepidophthalmus siriboia* em Algodual estão compreendidos entre os valores definidos como comuns para adultos de Callianassidae;
- A população de *L. siriboia* de Maiandeuá é uma população jovem caracterizada pela dominância de machos;
- O comprimento médio dos machos é inferior ao das fêmeas ao longo do ano;
- A população é macho dominante (1,46 machos: 1 fêmea) ao longo dos meses;
- Fêmeas são dominantes nas classes de comprimentos superiores (maior que 1,2 cm de CC);
- Machos e fêmeas apresentaram crescimento alométrico positivo;
- A espécie estudada possui reprodução contínua com a ocorrência de fêmeas ovígeras ao longo do ano;
- O valor estimado de  $L_{\infty}$  foi maior para fêmeas e, valores de K e Z maiores para os machos;
- A duração do ciclo de vida de *L. siriboia* (2,5 anos) está dentro da estimativa registrada para outras populações de Callianassidae;
- Os machos de *L. siriboia* crescem em taxas mais elevadas que as fêmeas;
- As menores taxas de crescimento das fêmeas (WP) coincidiram com o período reprodutivo e dos machos com o mês de baixa salinidade da água;
- A mortalidade (Z e Z/K) é maior nos machos que nas fêmeas;
- O recrutamento ocorre ao longo do ano com pulsos pronunciados em novembro, fevereiro e maio;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁCIAS

- ABRUNHOSA, F.A.; PIRES, M.A.B.; LIMA, J. de F.; ABRUNHOSA, J. 2005. Developmental morphology of mouthparts and foregut of larvae and postlarvae of *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Decapoda: Callianassidae). **Acta Amazonica**, 36(3): 335-342.
- ABRUNHOSA, F.A.; MELO, M.; LIMA, J. de F.; COELHO-FILHO, P.A. 2005. Larval development of *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Decapoda: Thalassinidea) from the Amazon region, reared in the laboratory. **Acta Amazonica**, 35(1): 77-84.
- ABRUNHOSA, F.A.; SMITH, D.J.B.; PALMEIRA, C.A.M.; ARRUDA, D.C.B. 2008. Lecithotrophic behavior in zoea and megalopa larvae of the ghost shrimp *Lepidophthalmus siriboia* Felder and Rodrigues, 1993 (Decapoda: Callianassidae). *Acad Bras Cienc.* 80(4): 639 – 646.
- ALVES, B.G.R.; BROSSI-GARCIA, A.L. 2007. Fecundidade de crustáceos talassinídeos (Upogebiidae: Upogebia) de praias de São Sebastião (SP), Brasil. *Anais do VIII congresso de Ecologia do Brasil.*
- ALVES, M.; EL-ROBRINI, M.; SOUZA FILHO, P.W.M.; FARIAS, R.; FRANÇA, C.F., 2005. Morfodinâmica das Praias de Meso-Macromarés da Zona Costeira do Estado do Pará. In: X CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, Vitória. CD-ROM.
- AMARAL, I.G. 1998. Caracterização de solos de uma topossequência na ilha de Maiandeuá – PA. 86 f. Dissertação (mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.
- ANA. Agência Nacional da Águas. Brasília (DF), 2007. Disponível em <http://www.ana.gov.br>. Acesso maio de 2009.
- APPELDOORN, R. 1987. Modification of a seasonality oscillating growth function for use with mark-recapture data. *J. Consc. CIEM*, 43P. 194 – 198.
- ATKINSON, R.J.A.; TAYLOR, A.C. 1988. Physiological ecology of burrowing decapods. *Symposia of the Zoological Society of London*, 59:201-226.
- BARTHEM, R.B.; FABRÉ, N.N. 2003. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. 11 – 55.
- BASTOS, M.N.C. 1996. Caracterização das formações vegetais da restinga da Princesa, Ilha de Algodão – Pará. 261 f. Tese (doutorado em Ciências Biológicas). Belém, Universidade Federal do Pará.
- BERKENBUSCH, K.; ROWDEN, A. A. 1998. Population dynamics of the burrowing ghost shrimp *Callinassa filholi* on an intertidal sandflat in the New Zealand. **Ophelia**. 49 (1): 55 – 69.

BERKENBUSCH, K.; ROWDEN, A. A. 1999. Factors influencing sediment turnover by the burrowing ghost shrimp *Callinassa ftlholi* (Decapoda: Thalassinidea). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, 238: 283-292.

BERKENBUSCH, C.; ROWDEN, A.A.; PROBERT, P.K. 2000. Temporal and spatial variation in macrofauna community composition imposed by ghost shrimp *Callinassa filholi* bioturbation. **Mar. Ecol. Prog Ser.** v. 192: 249-257.

BERTALANFFY, L. V. 1934. Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlanger der Theorie. **Roux'Arc. Ent.-mech. Org.**, 131., p. 613-653.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish population. **Fis. Invest. Min. Agric. Fish. Food G.B.**, 19., 533 p.

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

BORZONE, C.A.; SOUZA, J.R.B. 1996. A extração de corrupto *Callichirus major* (Decapoda: Callianassidae) para uso como iscas em praias do litoral do Paraná: características da pesca. **Nerítica**, v.10, p.67-79

BOTTER-CARVALHO, M. L 2001. Ecologia de *Callichirus major* (Say 1818) (Crustacea, Callianassidae) na praia de Piedade – Jabotão dos Guararapes – Pernambuco – Brasil. 114f. Dissertação (mestrado em Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco.

BOTTER-CARVALHO, M. L; SANTOS, P J. P.; CARVALHO, P. V.V. C. 2002. Spatial Distribution of *Callichirus major* (Say 1818) (Decapoda: Callianassidae) on a sandy beach, Piedade, Pernambuco, Brazil. **Naup.** 10: 97-109.

BOTTER-CARVALHO, M.L.; SANTOS, P.J.P.; CARVALHO, P.V.V.C. 2006. Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. **Est. Coast. . Shel. Sci.** p.9.

BRAGA, C.F.; BEASLEY, C.R.; ISAAC, V.J. 2009. Effects of Plant Cover on the Macrofauna os *Spartina* Marshes in northern Brazil. **Braz. Arc. Of Biol. And Technol.** 52 (6): 1409 – 1420

BRANCO, J.O.; LUNARDON-BRANCO, M.J.; SOUTO, F.X.; GUERRA, C.R. 1999. Estrutura populacional do camarão sete - barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) na foz do rio Itajaí – Açú, Itajaí, SC, Brasil. **Braz. Arc. Biol. And Technol.** 42(15): 115 – 126.

CLAXTON, W.T.; GOVIND, C.K. 1994. Chela function, morphometric maturity and the mating embrace in male snow crab, *Chionoecetes opilio* **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 51:1110–1118.

CONNELL, J. 1985. The consequences of variation in initial settlement vs. post-settlement mortality in rocky intertidal communities. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 93: 11-45.

DEVINE, C.E. 1966. Ecology of *Callinassa filholi* MILNE-EDWARDS, 1878 (Crustacea, Thalassinidea). **Trans. R. Soc. N.Z.** 8(8): 93 – 110.

DOBBS, F.C.; GUCKERT, J.B. 1988. *Callinassa trilobata* (Crustacea: Thalassinidea) influences abundance of meiofauna and biomass, composition, and physiologic state of microbial communities within its burrow. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 45:69-79.

DUMBAULD, B.R.; ARMSTRONG, D.A.; DOTY, D.C. 1989. Burrowing shrimp: new bait fishery resource and historical pest to the oyster industry: a preliminary look at their biology in Washington coastal estuaries. **J. Shelf. Res.** Southampton 8 (1):320

DUMBAULD, B.R.; ARMSTRONG, D.A.; FELDMAN, K.L. 1996. Life-history characteristics of two sympatric thalassinideans shrimps, *Neotrypaea californiensis* e *Upogebia pugettensis*, with implications for oyster culture. **J. Crust. Biol.** 16: 689 – 708.

DU PREEZ, H.H.; MCLACHLAN, A. 1984. Biology of three-spot swimming crab, *Ovalipes punctatus* (De Haan), I. morphometrics and relative growth (Decapoda, Portunidae). **Crust.** 47 (1): 72-82.

DWORSCHAK, P.C. 1983. The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea) I. The burrows. **Mar. Ecol.: Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli** 4: 19-43.

DWORSCHAK, P.C. 1988. The biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea). Growth and production. **PSZNI Mar. Ecol.** V.9, n.1, p.51-77.

DWORSCHAK, P.C.; OTT, J.A. 1993. Decapod burrows in mangrove – channel and back – reef environments at the Atlantic Barrier Reef, Belize. **Ichnos.** (2): 277-290.

DWORSCHAK, P.C. 2000. On the burrows of *Lepidophthalmus louisianensis* (SCHMITT 1935) (Decapoda: Thalassinidea: Callinassidae). **Senkenb. marit.** 30: 99 – 104.

FAUSTO FILHO, J. 1978. Crustáceos Estomatópodos e Decápodos dos Substratos de Lama do Nordeste do Brasileiro. **Arq. Ciênc. Mar.** Fortaleza, 18(1/2):63-71.

FELDER, J.M.; FELDER, D.L.; HAND, S.C. 1986. Ontogeny of osmoregulation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa jamaicense* var. *Louisianensis* Schmitt (Decapoda, Thalassinidea). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 99: 91-105.



FELDER, D. L.; LOVETTT, D. L. 1989. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schmitt, 1935. **J. Crust. Biol.**, 9(4): 540-553.

FELDER, D.L.; RODRIGUES, S. de A. 1993. Reexamination of the ghost shrimp *Lepidophthalmus louisianensis* (Schmitt, 1935) from the Northern Gulf of Mexico and comparison to *L. siriboia*, a new species, from Brazil (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). **J. Crust. Biol.**, 13 (2): 357-376

FELDER, D.L.; STATON, J.L. 2000. *Lepidophthalmus manningi*, a new ghost shrimp from the Southwestern Gulf of Mexico (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). **J. Crust. Biol.** 20: 170-181.

FELDER, D.L. 2001. Diversity and ecological significance of deep-burrowing macrocrustaceans in coastal tropical waters of the Americas (Decapoda: Thalassinidea). **Interc.** v. 26: 440-449.

FELDMAN, K.L.; ARMSTRONG, D.A.; EGGLESTON, D.B.; DUMBAULD, B.R. 1997. Effects of substrate selection and post – settlement survival on recruitment success of the thalassinidean shrimp *Neotrypaea californiensis* to intertidal shell and mud habitats. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 150: 121-136.

FONTELES FILHO, A.A. 1989. **Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional**. Fortaleza. Imprensa Oficial do Ceará. 296p.

FORBES, A.T. 1973. Na unusual abbreviated larval life in the estuarine burrowing prawn *Callinassa kraussi* (Crustacea: Decapoda: thalassinidea). **Mar. Biol.** 22: 361 – 365.

FRÉDOU, F.L.; ROSA FILHO, J.S.; SILVA, M.C.N.; AZEVEDO, E.F. 2009. Population dynamics fo the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combu Island (Amazon estuary). **Crustaceana**. (no prelo)

GAYANILO JÚNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D.1994. **The FAO-ICLARM Stock assessment tools (FISAT) User's guide**. Roma: FAO Computerized Information, 124 p. (Series Fisheries, n. 8).

GEISEL, J.T. 1972. Sex ratio, rate of evolution, and environmental heterogeneity. **Am. Nat.** 106: 380 – 387.

GRIFFIS, R.B.; SUCHANEK, T.H. 1991. A model of burrow architecture and trophic modes in thalassinidean shrimp (Decapoda: Thalassinidea). **Mar. Ecol. Prog. Ser.** , v. 79: 171-183.

GULLAND, J. A.; HOLT, S. J. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. **J. Cons.** 25 (1): 47 – 49.

HAILSTONE, T.S.; STEPHENSON, W. 1961. The biology of *Callianassa (Trypaea) australiensis* Dana, 1952 (Crustacea, Thalassinidea). **Univ. Queensl. Pap.**, Brisbane, 1 (12):259-285

HARTNOLL, R.G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, 27: 131-136.

HERNÁEZ, P.; WEHRTMANN, I.S. 2007. Population biology of the burrowing shrimp *Callinectes seilacheri* (Decapoda: Callinectidae) in northern Chile. **Rev. Biol. Trop.** 55: 141 – 152.

HINES, A.H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. **Bull. of Mar. Sci.** 45(2): 356 -368.

KOIKE, I.; MUKAI, I. 1989. Oxygen and inorganic nitrogen contents and fluxes in burrows of the shrimps *Callinectes japonica* and *Upogebia major*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** V.12: 185-190.

LANA, P. C.; M. G. CAMARGO; R. A. BROGIM; V. J. ISAAC. 1996. O Benthos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1856-1996). Rio de Janeiro, Femar. 432pp.

LONGHURSTI, A. R.; D. PAULY. 1987. **Ecology of Tropical Oceans**. São Diego: Academic Press. 301p.

LORENZEN, C.J. 1967. Determination of chlorophyll and phe-pigments: spectrophotometric equations. **Limnol. and Oceanog.** 2: 343 – 346.

MACGINITIE, G.E. 1935. Ecological aspects of a California marine estuary. **Am. Midl. Nat.** 16: 6289 – 765.

MAGALHÃES, A.L.P.; COSTA, R.A.A.M.; PEREIRA, L.C.C.; LIANG, T.; RIBEIRO, M.J.S. 2006. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté river estuary (Amazon region – North of Brazil). **Braz. J. Biol.** 66: 421 – 430.

MELO, C.F.; MOCHEL, F.R. 1998. Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira estuarina dos estados do Piauí, Maranhão, Pará e Amapá. **Relatório Técnico – Ibama (Piauí)**. 13p.

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

MONTEIRO, V. F. 2009. Eficiência de diferentes abordagens metodológicas e caracterização das associações macrobentônicas estuarinas da zona costeira amazônica. Belém – Pará. 96f. Dissertação (mestrado em Ecologia Aquática e Pesca). Universidade Federal do Pará.

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(2): 207 – 214.

NASCIMENTO, R.E.S.A.; MEHLIG, U.; ABREU, M.M.O.; MENEZES, M.P.M. 2006. Produção de serapilheira em um fragmento de bosque de terra firme e um manguezal vizinhos na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**. 1 (3): 71 – 76.

NATES, S.F.; LEMAITRE, R.; FELDER, D.L. 1997. Comparative larval development among two species of burrowing mud – shrimp, genus *Lepidophthalmus* (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). **J. Crust. Biol.** 17: 497-519.

NATES, S.F; FELDER, D.L. 1998. Impacts of Burrowing Ghost Shrimp, Genus *Lepidophthalmus* Crustacea: Decapoda: Thalassinidea, on Penaeid Shrimp Culture. **J. Wor. Aquacult. Soc.** v. 29: 188-210.

NATES, S.F; FELDER, D.L. 1999. Growth and maturation of the ghost shrimp *Lepidophthalmus sinuensis* Lemaitre and Rodrigues, 1991 (Crustacea, Decapoda, callianassidae), a burrowing pest in penaeid shrimp culture ponds. **Fish Bull.**, 97: 526-541.

NICKELL, L.; ATKINSON, R. 1995. Functional morphology of burrows and trophic models of three thalassinidean shrimp species, and new approach to the classification of thalassinidean burrow morphology. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 128: 181-197.

OLIVEIRA, D.B. 2008. Composição das larvas dos crustáceos decápodos (Anomura e Thalassinidea) do estuário do rio Marapanim, Pará, Litoral Norte do Brasil. 55f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Biologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2008.

PAIVA, R.S.; ESKINAZI-LEÇA, E; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; MELO, N.F.A.C. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais**. 1(2): 133 – 146.

PAULA, J.H.C.; ROSA FILHO, J.S.; SOUZA, A.L.B.; AVIZ, D. 2006. A meiofauna como indicadora de impactos da carcinicultura no estuário de Curuçá (PA). **Bol. Lab. Hidrobiol.** 19: 61 – 72.

PETRACO, M.; VELOSO, V.G.; CARDOSO, R.S. 2003. Population dynamics and secondary production of *Emerita brasiliensis* (Crustacea: Hippidae) at Prainha beach, Brazil. **Mar. Ecol.** 24(3): 231 – 245.

PETTI, M. A. V. 1990. **Hábitos alimentares dos Crustáceos Decápodos Braquiúros e seu papel na rede trófica do infralitoral de Ubatuba (Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil)**. 150f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico, São Paulo.

PEZZUTO, P.R. 1993. Ecologia populacional de *Neocallichirus mirim* (Rodrigues, 1971) (Decapoda: Callianassidae) na praia do cassino, RS, Brasil; 172p, **Mast. Sci. Disset.**. Universidade do Rio Grande.

PEZZUTO, P.R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassini Beach, Southern Brazil. **Mar.Ecol.** 19(2): 89 – 109.

PHILLIPS, P. J. 1971. Observations on the biology of mudshrimps of the genus *Callianassa* (Anomura: Thalassinidea) in Mississippi Sound. **Gulf Res. Rep.**, Mississippi, 3(2): 165-196.

PICKARD, G.L. 1968. Oceanografia física descritiva. Uma introdução. Ed.: **Fundação de Estudos do Mar.** 180p.

PINHEIRO, M.A.A.; TADDEI, F.G. 2005. Crescimento do caranguejo de água doce, *Dilocarnus pagei* Stimpson (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae). **Revta. Bras. . Zool.** 22 (3): 522 – 528.

POSEY, M. H..1986. Predation on a burrowing shrimp, distribution and community consequences. **J. Exp. Mar. Biol. and Ecol.**, 103(1-3): 143-162.

POWILLEIT, M.; GRAF, G. 1996. The contribution of the mud shrimp *Callianassa subterranean* (Decapoda: Thalassinidea) to sediment metabolism during oxygen deficiency in Southern North Sea sediments. **J. Sea Res.** 36: 193-202.

RICKER, W. E. 1975. Computation end interpretation of biological statistics of fish populations. **Bull. Fish. Res. Board Canvass**, (191): 382 p.

ROBERTSON, W.D.; KRUGER, A. 1994. Size at maturity, mating and spawning in the portunid crab *Scylla serrata* (Forskål) in Natal, South Africa. **Est. Coast. Shelf Sci.** 39:185–200.

ROCHA, A. E.S. 2000. Poaceae na restinga da Praia da Princesa, Maracanã, Pará, Brasil. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

RODRIGUES, S. de A.; SHIMIZU, R.M.1997. Autoecologia de *Callichirus major* (Say, 1818). **Oecol. Bras.** 3: 155-170.

ROWDEN, A.A.; JONES, M. B. A. 1994. A contribution to the biology of the burrowing mud shrimp, *Callianassa subterranea* (Decapoda: Thalassinidea). **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** 74: 623 – 635.

RUIVO, M de L. P.; AMARAL, I.G.; FARO, M. P. da S.; RIBEIRO, E.L C.; GUEDES, A. L. S.; SANTOS, M. M. de L. S. 2005. Caracterização Química da Manta Orgânica Leve em Diferentes Tipos de Solo em uma Topossequência na Ilha de Algodoal/Maiandeuá, PA. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi.** 1(1): 227-234.

SANTOS, E.P. 1978. Dinâmica de Populações aplicada à pesca e Piscicultura. São Paulo, HUCITEC, EDUSP, 129 p.

SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A. 1995. Relação do peso em função da largura da carapaça do siri candeias *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Decápoda, Portunidae). **Arq. Biol. e Tecnol.** 38 (3): 715 – 724.

SILVA, M.C.N.; FREDOU, F.L.; ROSA FILHO, J.S. 2007. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) da ilha de Combú, Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ci e Desenv.** 2(4): 85 – 104.

SILVA, D.C. 2008. Composição e abundância da comunidade bentônica dos crustacea Thalassinidea do estuário de Marapanim, Pará, litoral Norte do Brasil. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Belém, 2008.

SILVA, R.F.; 2008. Associações macrobentônicas de fundos moles do estuário do rio Caeté (Bragança - Pa). 64f. Dissertação (mestrado em Biologia Ambiental)– Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém.

SOMERS, M.J.; NEL, J.A.J. 1998. Dominance and population structure of fresh water crabs (*Potamonautes perlatus* Milne Edwards). **South African J. Zool.** 33: 31 – 36.

SOUZA, J.R.B.; BORZONE, C.A. 1996. Distribuição de Calianassídeos (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) em praias do litoral paranaense, com especial referência a *Callichirus major* (Say,1818). **Arq. Biol. e Tecnol.** Curitiba, 39 (3):553-565

SOUZA, J.R.B.; BORZONE, C.A.; BREY, T. 1998. Population dynamics and secondary production of *Callichirus major* (Crustacea: Thalassinidea) on a southern Brazilian sandy beach. **Arch. Fish. Mar. Res.** 46(2): 151 – 164.

SOUZA, J.R.B.; BORZONE, C.A. 2003. A extração de corrupto, *Callichirus major* (Say) (Crustacea, Thalassinidea), para uso como isca em praias do litoral do Paraná: as populações exploradas. **Revt. Bras. Zool.** 20(4): 625-630.

STAMHUIS, E. J.; SCHREURS, C. E.; VIDELER, J. J.1997. Burrow architecture and turbatibe activity of the thalassinid shrimp *Callianassa subterranea* from the central North Sea. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 151: 155-163.

SUCHANEK, T.H. 2003. Control of seagrass communities and sediment distribution by *Callianassa* (Crustacea, Thalassinidea) bioturbation. **J. Mar. Res.** v. 41: 281-298.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução à sedimentologia.** São Paulo: Edgard Blücher. 317 p.

TAMAKI, B.; INGOLE, B.; IKEBE, K.; MURAMATSU, K.; TAKA, M.; TANAKA, M. 1997. Life history of the ghost shrimp, *Callinassa japonica* ORTMANN (Decapoda: Thalassinidea), on an intertidal sandflat in western Kiushu, Japan. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 210: 223 – 250.

VALENTI, W.C. 1984. Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linneus, 1758) do Rio Ribeira de Iguapé (Crustacea, Palaemonidae). 149f. Dissertação (mestrado) – Departamento de Biologia do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. SBI/EDUEM. São Paulo. 169 p.

VENTURA, C.R.R.; PIRES, D. de O. 2002. Ciclos de vida de invertebrados marinhos **In**: PEREIRA, R.C.; SOARES – GOMES, A. **Biologia Marinha**. Ed.: Interciência, Rio de Janeiro. pp. 49 – 67.

WAKABARA, Y.; A. S. TARARAM; M. N. FLYNN. 1993. Importance of the Macrofauna for the Feeding of Young Fish Species from Infralitoral of Arrozalcananéia Lagoon Estuarine Region – Brazil. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, 41(1-2): 39-52.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determination soil organic matter and proposed modification of the chromic and titration method. **Soil Sci.** v. 37, p. 29-38.

WEBB, A.P.; EYRE, B.D. 2004. Effect of natural populations of burrowing thalassinidean shrimp on the sediment irrigation, benthic metabolism, nutrient fluxes and denitrification. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** V.268: 205-220.

WINBERG, R.P.; BRANCH, G.M. 1991. An assessment of bait-collecting for *Callinassa kraussi* Stebbing in Langebbaan Lagoon, Western Cape, and of associated avian predation. **South African J. Mar. Sc.** Cape Town, 11:141-152

WITBAARD, R.; DUINEVELD, G. C. A. 1989. Some aspects of the biology and ecology of the burrowing shrimp *Callinassa suhterranea* (Montagu) (Thalassinidea) from the Southern North Sea. **Sarsia**, 74(3): 145-222.