

**UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA  
UNOESC - CAMPUS DE CHAPECÓ**

**BIOLOGIA DO CARANGUEJO ARBORÍCOLA**

***Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (CRUSTACEA, BRACHYURA,  
GRAPSIDAE) NOS MANGUEZAIS DE IGUAPE, SP**

**Fabíola Inês Salvi**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
UNOESC – Chapecó, sob a orientação da Profa.  
Dra. Bióloga Gilza Franco e do Prof. Dr.  
Marcelo Antonio Amaro Pinheiro, para a  
obtenção do Título de Bacharel em Ciências  
Biológicas.**

**Chapecó (SC), julho de 2002**

**UNIVERSIDADE DO OESTE DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRO-AMBIENTAIS E DE ALIMENTOS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**BIOLOGIA DO CARANGUEJO ARBORÍCOLA**

***Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (CRUSTACEA, BRACHYURA,  
GRAPSIDAE) NOS MANGUEZAIS DE IGUAPE, SP**

**Fabíola Inês Salvi – Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas/ UNOESC/ Chapecó**

**Gilza Franco – Bióloga, Doutora em Ecologia Aquática/ UNOESC/ Chapecó**

**Marcelo Antonio Amaro Pinheiro – Biólogo, Doutor em Zoologia/ UNESP/ Jaboticabal**

**Chapecó (SC), julho de 2002**

*Ao meu irmão Amiltom  
 (“in memoriam”), que me  
 ensinou desde cedo, a  
 acreditar e lutar por meus  
 sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Em especial ao Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro da FCAV, UNESP Jaboticabal, por ter me ensinado o verdadeiro sentido da pesquisa, pelas várias oportunidades oferecidas no campo da Biologia Marinha, além do seu incentivo e apoio durante o tempo em que estive sob sua orientação. Este trabalho não teria sido executado sem sua preciosa ajuda e orientação, **nem tampouco sem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que financiou a coleta mensal dos exemplares em projeto de pesquisa por ele coordenado (Proc. no. 1998/06055-0).**

A Prof. Dra. Gilza Franco, pela simplicidade e sabedoria com que me orientou durante a execução deste trabalho.

**Aos membros do Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA), que auxiliaram na coleta dos exemplares (Eng. Gustavo Y. Hattori e Biol. Ana Gláucia Fiscarelli), bem como em sua biometria e processamento biológico (Biol. Fernando C. Ferreira, Biol. Maristela D. Baveloni e Juliana M. Marques)**

Aos meus colegas, em especial a Rosine, pela paciência de terem ouvido por repetidas vezes sobre os caranguejos que estudei e coletei.

A meu pai, Sr. Ortêncio, por não me deixar desistir da faculdade nas várias vezes que ameacei fazê-lo, além do seu apoio e compreensão, mesmo que silenciosa, durante toda minha vida.

A meu irmão Paulo, pela excessiva preocupação e proteção desde que me entendo por gente, além da grande ajuda na parte estatística do presente trabalho.

A minha mãe, Sra. Terezinha, por nunca me deixar desistir, me incentivar e sempre acompanhar meus passos com paciência, amor e carinho, sempre dando conselhos quando necessário, mas me deixando livre para escolher meu próprio caminho.

A meu irmão Amiltom (“in memoriam”) por ser meu modelo de vida, que mesmo partindo cedo, deixando uma imensa lacuna em minha vida, me ajudou a entender que a área de Biologia Marinha era o meu rumo. Me convenceu a agarrar meu sonho e lutar por ele, deixando bem claro, por muitas vezes, que este caminho poderá ser estreito e frio, mas que aprendemos com as quedas, bastando levantar a cabeça e seguir em frente.

## ÍNDICE

### 1 - INTRODUÇÃO

Geral  
Estrutura Populacional  
Fecundidade  
Época Reprodutiva

### 2 - OBJETIVOS

Geral  
Específicos

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da espécie  
Método de coleta  
Estrutura Populacional  
Época Reprodutiva  
Fecundidade

### 4 - RESULTADOS

Estrutura Populacional  
Fecundidade  
Época Reprodutiva

### 5 - DISCUSSÃO

Estrutura Populacional  
Fecundidade  
Época Reprodutiva

### 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## INTRODUÇÃO

Os manguezais, juntamente com os bancos de sargaços e os recifes de corais, figuram entre os ecossistemas mais produtivos do planeta. SCHAEFFER-NOVELLI (1991) define o manguezal como um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais/subtropicais e sujeito ao regime das marés. O manguezal é constituído por poucas espécies vegetais lenhosas (angiospermas), além de macro e micro algas (criptogramas), que são extremamente adaptadas à ampla variação de salinidade, colonizando sedimentos predominantemente lodosos e com baixo teor de oxigênio.

Segundo dados do IBGE (1973), a área de manguezais no Brasil compreende cerca de 9,8 mil km<sup>2</sup>, distribuindo-se desde o Cabo Orange, Amapá, até o Município de Laguna, Santa Catarina. Apesar da grande extensão ocupada pelos manguezais, os estudos ainda são insipientes, principalmente, quando relacionados aos animais que ocupam este ambiente durante todo seu ciclo de vida ou em algum de seus estágios.

O manguezal também é de extrema importância por ser o agente básico do fluxo energético e de nutrientes nas costas tropicais, nele sendo encontrados representantes de todos os elos da cadeia alimentar. Tais ambientes ocorrem geralmente em estuários protegidos e lagoas rasas, com trocas regulares de matéria orgânica influenciadas pelas marés e aportes de água doce pluvial e/ou continental.

Os bosques de manguezal são compostos por três gêneros de angiospermas: *Rhizophora*, conhecida popularmente como mangue vermelho; *Avicennia*, como mangue preto ou siriubeira; e *Laguncularia*, como mangue branco ou tinteiro (LEME, 1995). Esses três gêneros constituem algumas das poucas espécies de plantas que suportam as grandes variações de salinidade, representando papel fundamental na fixação do substrato, por impedir sua erosão, além de fornecer substrato para os organismos que ali habitam (ALCANTARA-FILHO, *apud* LEME, 1995).

Os crustáceos, juntamente com os moluscos, dominam em número a biomassa da macrofauna dos manguezais, onde seis das 30 famílias de Brachyura (Mictyridae, Grapsidae, Gercacchinidae, Portunidae, Ocypodidae, Xanthidae) estão associados aos manguezais (LEME, 1995).

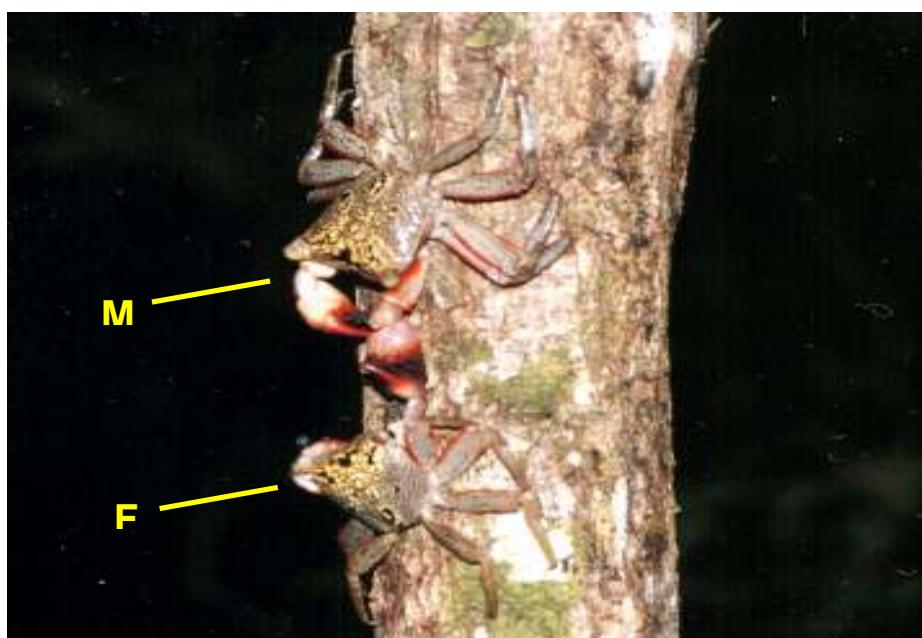
A Família Grapsidae possui o maior número de representantes (p. ex., só o gênero *Sersama* é constituído por aproximadamente 60 espécies associadas ao mangue), além de ser a mais diversificada ecologicamente, apresentando animais marinhos, de água salobra, de água doce, semiterrestres e terrestres.

O caranguejo grapsídeo *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (Fig. 1 e 2), pertence à Família Grapsidae, Subfamília Sesarminae. É conhecido popularmente como Aratu, sendo característico do ambiente de manguezal, embora seja considerado por muitos o único caranguejo marinho verdadeiramente arborícola. Quando adulto esta espécie habita troncos e raízes de árvores de mangue, alimentando-se de folhas, polpa de árvores, além de algas e restos de animais presos às raízes, sendo considerado um onívoro oportunista. Seu papel ecológico envolve herbivoria primária, predação e exportação da biomassa e energia (BEEVER, *apud* LEME, 1995). No Oceano Atlântico Central sua ocorrência é registrada desde a Flórida, EUA, até Santa Catarina, Brasil, enquanto no Pacífico Oriental existem registros da Nicarágua até o Peru (MELO, 1996).

Figura 1 - *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Macho em vista dorsal.

Figura 2 - *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Exemplar macho (M) manipulando uma fêmea (F) em seu ambiente natural.

As publicações sobre *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) têm ajudado a comunidade científica a entender o funcionamento do ecossistema de manguezal, pois este



grapsídeo atua ativamente no processamento da biomassa vegetal deste ambiente. Podem ser citados HARTNOLL (1965) e WARNER (1967, 1977) em estudos na Jamaica, DIAZ & CONDE (1989) na Venezuela sobre a estrutura populacional da espécie; BEEVER; SIMBERLOFF; KING (1979) nos Estados Unidos sobre herbivoria e predação; CONDE & DIAZ (1989), que estudaram *A. pisonii* em seu ambiente natural; além de LEME & NEGREIROS-FRANSOZO (1998), sobre sua fecundidade nos manguezais de Ubatuba (SP), Brasil.

### **Estrutura Populacional**

Segundo ODUM (1988) uma população funciona como parte de uma comunidade biótica, ocupando um espaço físico determinado, onde interage com populações de outras espécies e está submetida à ação simultânea de fatores bióticos e abióticos.

A estrutura populacional nos fornece informações substanciais sobre a estabilidade ecológica de uma população, pela determinação das taxas de mortalidade, natalidade, recrutamento, razão sexual, crescimento relativo, entre outros. Essas informações agrupadas fornecem ao pesquisador o ciclo de vida da espécie, dando embasamento científico para a confecção das leis de defeso, promovendo assim sua preservação e do ecossistema onde habita (PINHEIRO, comunicação pessoal)

Nos crustáceos a determinação da estrutura populacional tem sido analisada com base na distribuição de freqüência dos indivíduos em classes de tamanho. A identificação das modas e a análise de seu deslocamento temporal têm sido utilizadas para estimar o crescimento, idade e recrutamento dos indivíduos por vários autores como DIAZ; CONDE (1989), LEME (1995), BEEVER; SIMBERLOFF; KING (1979) em seus trabalhos sobre *A. pisonii*.

### **Fecundidade**

O estudo da biologia reprodutiva é utilizado como mecanismo para elucidação das estratégias reprodutivas de uma espécie para melhorar seu manejo populacional. Entre os vários parâmetros adotados nesta modalidade de estudo destaca-se a fecundidade potencial.

Segundo PINHEIRO; FRANSOZO (1995) a fecundidade potencial pode ser definida como o número de ovos exteriorizado por fêmea em cada desova, permitindo projeções do estoque futuro de uma espécie. A análise da fecundidade permite conhecer sobre a capacidade reprodutiva de uma população, bem como seu potencial em função do período de ocorrência de fêmeas ovígeras.

Os crustáceos sincronizam seu período de incubação dos ovos e desenvolvimento larval com os meses mais quentes do ano (verão), favorecendo, assim, a sobrevivência de sua prole (LEME; NEGREIROS-FRANSOZO, 1998). Nos braquiúros o número e tamanho dos ovos variam conforme a espécie, porém, a fecundidade é inversamente proporcional ao tamanho dos ovos (CHRISTIANSEN; FENCHEL, 1979; HINES, 1998 *apud* LEME; 1995). Além disso, o número de ovos carregados pela fêmea está associado a sua dimensão corpórea, como o comprimento ou larguracefalotorácica. Em *A. pisonii* estas características também foram observadas e analisadas por vários autores como LEME (1995), LEME; NEGREIROS-FRANSOZO (1998).

### **Época Reprodutiva**

Em muitas espécies de braquiúros a determinação da época reprodutiva é efetuada com base nos meses em que são encontradas fêmeas ovígeras na população durante um período anual (DIAZ; CONDE, 1989; SASTRY *apud* LEME, 1995), como também com os dados provenientes da observação macroscópica das gônadas das fêmeas (MANTELATTO, 1995).

Nos crustáceos, quando a reprodução ocorre durante todos os meses do ano, constata-se um padrão do tipo contínuo. Segundo PINHEIRO; FRANSOZO (2002), se a ocorrência de fêmeas ovígeras for particular a alguns meses a reprodução seria sazonal, estando relacionada à determinada estação climática (geralmente primavera e verão). Um outro padrão segundo estes autores é o sazonal-contínuo, onde a reprodução ocorre durante todos os meses do ano, mas com maior intensidade em algumas épocas.

A época reprodutiva pode ser influenciada por fatores bióticos e abióticos ou por sua interação. Dentre eles, a temperatura é a que exerce maior influência (NEGREIROS-FRANSOZO; FRANSOZO *apud* LEME, 1995), assim como a disponibilidade de alimento, necessário ao metabolismo da espécie.



## OBJETIVOS

### Geral

Estudar e analisar a dinâmica populacional do caranguejo arborícola *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) nas áreas de manguezais próximos à Barra do Icapara, Município de Iguape (SP).

### Específicos

- Verificar a ocorrência e distribuição dos indivíduos da espécie em classes de tamanho, bem como o registro de exemplares ovígeros durante os meses de coleta;
- Estimar a proporção sexual da espécie para a população amostrada;
- Estimar a fecundidade potencial da espécie nos manguezais da Barra de Icapara, Iguape (SP), analisando possíveis diferenças sazonais;
- Determinar a época reprodutiva da espécie com base na ocorrência de fêmeas ovígeras na população;
- Quantificar a abundância mensal e sazonal das fêmeas ovígeras, agrupando-as em estações climáticas.

## MATERIAL & MÉTODOS

### Descrição da espécie

De acordo com MELO (1996), *A. pisonii* pode ser identificado pelas seguintes características morfológicas: “*Carapaça quase tão longa quanto larga, com margens laterais inteiras, sem dentes ou espinhos, além do orbital externo. Regiões profundamente marcadas. Porção externa da região branquial com estrias oblíquas, além de finamente pontuada. Lóbulos gástricos e face superior da fronte granulados. Carapaça lisa e brilhante a olho nu. Face superior da fronte côncava, com quatro lóbulos bem separados, marginada por linha de grânulos, lóbulos internos mais estreitos que os externos. Atrás do par externo um par mais estreito. Fronte quase vertical, com margem inferior com largo sinus mediano. Dente orbital externo curto e agudo. Quelípodos com palmas inflamadas. Ísquio com espinho na margem interna. Face externa do mero e carpo com estrias granuladas. Margem interna do mero espinulosa. Face externa da quela com tufo de longas setas. Meros das patas com espinhos terminal e subterminal. Própodos e dáctilos pilosos nas margens*”.

### Método de coleta

As coletas foram realizadas manualmente sob troncos de mangue, em áreas de manguezal próximas à Barra de Icapara (latitude 24°41'00"S), Município de Iguape (SP) (Figura 3), mensalmente no período de novembro/1998 a março/2000. A amostragem de *A. pisonii* foi efetuada mensalmente num transecto de 100m, perpendicular à margem e em direção ao ápice do manguezal, com CPUE de uma hora, por quatro pessoas. As árvores posicionadas 2m à direita e esquerda deste transecto tiveram o tronco inspecionado, capturando-se todos os exemplares da espécie, que foram mantidos em sacos plásticos contendo folhas das árvores de mangue para evitar comportamentos agonísticos que resultassem na injuria de apêndices.

Os animais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados e mantidos sob congelamento até o momento das análises no *Laboratório de Morfologia de Crustáceos* (Departamento de Biologia Aplicada a Agropecuária, FCAV, UNESP Jaboticabal, SP).

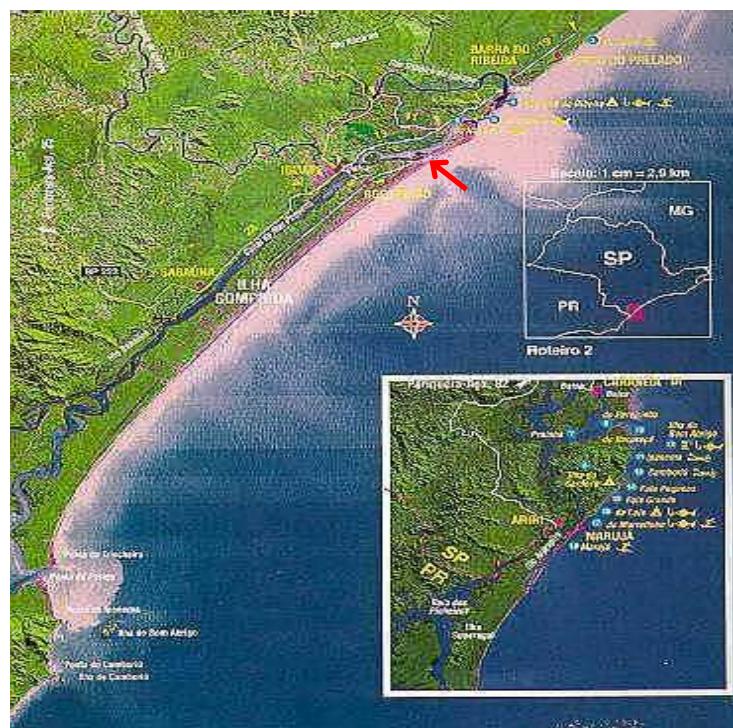


Figura 3 – Mapa do Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape/Cananéia, com indicação da área de coletas (seta vermelha).

Após o descongelamento em temperatura ambiente, os exemplares tiveram o sexo determinado por inspeção visual da morfologia abdominal (as fêmeas possuem o abdome mais largo, ocupando quase todo o cefalotórax, enquanto o dos machos é mais estreito), além da observação do número de pleópodos (dois pares nos machos e quatro pares nas fêmeas). As fêmeas em condição ovígera também foram registradas. Após serem agrupados por morfotipo (machos, fêmeas sem ovos e fêmeas ovígeras), cada exemplar teve sua larguracefalotorácica (LC) mensurada com paquímetro de precisão 0,05mm.

Os quelípodos de cada exemplar tiveram o tamanho comparado para serem classificados como homoquelos (quelípodo iguais) ou heteroquelos (quelípodos desiguais). Quando necessário, os percentuais resultantes foram comparados por um teste de  $\chi^2$  ( $\alpha=0,05$ ).

### **Estrutura Populacional**

Os exemplares de cada morfotipo (machos, fêmeas sem ovos e fêmeas ovígeras) foram distribuídos em classes de largura cefalotorácica (LC) de 2mm, para estabelecimento da estrutura da população estudada. Os dados de cada morfotipo foram submetidos a ANOVA, com diferente número de repetições, e as médias resultantes confrontadas pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). A curva polimodal de cada morfotipo foi então decomposta em componentes normais pelo método de Bhattacharya (Programa FiSAT – FAO/IC LARM) (**GAYANILLO et al., 1996**), com obtenção de suas médias e desvios padrão.

### **Época Reprodutiva**

A época reprodutiva foi determinada tomando-se como base os meses de ocorrência das fêmeas ovígeras na população.

A possibilidade de sazonalidade reprodutiva da espécie também foi testada pelo agrupamento das fêmeas ovígeras em duas estações contrastantes: chuvosa (primavera-verão) e seca (outono-inverno). O percentual de fêmeas ovígeras em cada uma delas foi confrontado e, quando necessário, aplicado o teste do  $\chi^2$  para confrontar os percentuais obtidos ( $\alpha=0,05$ ).

## Fecundidade

Apenas as fêmeas com ovos em estágio inicial de desenvolvimento embrionário (entre as fases de blástula e gástrula), foram utilizadas nas análises de fecundidade. De cada exemplar foram removidos os pleópodos e acondicionados em frascos com álcool etílico 70%, durante três dias. Após este período, o material foi transferido para placas de Petri e mantido em estufa a 60°C por 48 horas, com posterior remoção dos fragmentos pleopodiais e de suas cerdas. Após esta limpeza, foram mantidas em estufa até adquirirem peso constante, quando tiveram seu peso total seco (PT) registrado em balança analítica (0,0001g). De cada massa ovígera foram retiradas três subamostras de aproximadamente 1mg cada, que tiveram seu número de ovos quantificado sob estereomicroscópio acoplado a um sistema de análise de imagens, com o Programa KS-100 3.0 (Carl Zeiss, GMBH). O número de ovos de cada subamostra serviu para estimar o total de ovos da massa ovígera por regra de três simples, efetuando-se, posteriormente, o cálculo da média destes valores para determinação da fecundidade potencial (NO). Os dados que apresentaram coeficiente de variação superior a 15% foram descartados da análise de fecundidade.

Os pontos empíricos da relação NO vs. LC foram submetidos à análise de regressão, com ajuste pela função potência ( $y=ax^b$ ), avaliado pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) sob significância estatística de 0,1% ( $p>0,001$ ).

A fecundidade média relativa ( $\bar{F}'$ ), foi calculada com base nos dados das fêmeas ovígeras registradas para as estações chuvosa e seca, pelo agrupamento dos meses compreendidos entre outubro-março e abril-setembro, respectivamente. O cálculo deste índice foi efetuado segundo o método utilizado por Pinheiro & Terceiro (2000), conforme segue,

$$\bar{F}' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{NO_i}{LC_i^b}$$

onde,  $\bar{F}'$  = fecundidade média relativa;  $n$  = número total de fêmeas ovígeras na amostra;  $NO_i$  = número de ovos da i-enésima fêmea;  $b$  = constante da função  $y=ax^b$  para a relação NO vs. LC;  $LC_i$  = largura da carapaça da i-enésima fêmea.

A fecundidade média relativa ( $\bar{F}'$ ) das estações chuvosa e seca resultaram de uma ANOVA, com contraste interpretado pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS

Ao todo foram capturados 801 exemplares de *A. pisonii*, sendo 378 machos, 319 fêmeas sem ovos e 104 fêmeas ovígeras.

### **Estrutura Populacional**

Os valores de larguracefalotorácica (LC) variaram de 6,5 a 25,9mm ( $15,9 \pm 3,6$ mm), constatando-se as maiores freqüências nas classes de tamanho compreendidas entre 14 e 18mm, independente do sexo ou morfotipo considerado (Fig. 4). Machos e fêmeas ovígeras apresentaram médias de tamanho similares estatisticamente ( $p > 0,05$ ) (Tab. I), pouco maiores do que a média de LC para as fêmeas sem ovos ( $p < 0,05$ ). A partir de 20mm observa-se uma maior freqüência de machos em relação às fêmeas (Fig. 5).

A população amostrada apresentou 89,4% dos indivíduos homoquelos e 10,6% heteroquelos, neste caso com similaridade quanto à lateralidade da quela maior (direita = 6,5%; esquerda = 4,1%) (Tab. II). A homoquelia apresentou percentual similar entre os sexos (machos = 84,8%; e fêmeas = 93,4%).

A razão sexual da população amostrada foi de 1:1,1, que não diferiu significativamente da proporção 1:1 ( $p > 0,01$ ) (Tab. III). O mesmo foi verificado sazonalmente, exceto para o inverno quando as fêmeas preponderaram sobre os machos ( $p < 0,01$ ).

A análise da modalidade da estrutura populacional de cada morfotipo resultou nas seguintes modas de tamanho: machos (3 modas;  $8,58 \pm 1,20$ mm,  $15,85 \pm 3,01$ mm,  $21,67 \pm 1,41$ mm), total de fêmeas (2 modas;  $9,69 \pm 1,21$ mm,  $16,26 \pm 2,56$ mm); fêmeas sem ovos (3 modas;  $9,93 \pm 1,31$ mm,  $15,45 \pm 1,47$ mm,  $16,71 \pm 2,76$ mm); fêmeas ovígeras (1 moda;  $16,36 \pm 2,56$  mm). Todas as curvas normais citadas foram significativas a 5% ( $p < 0,05$ ).

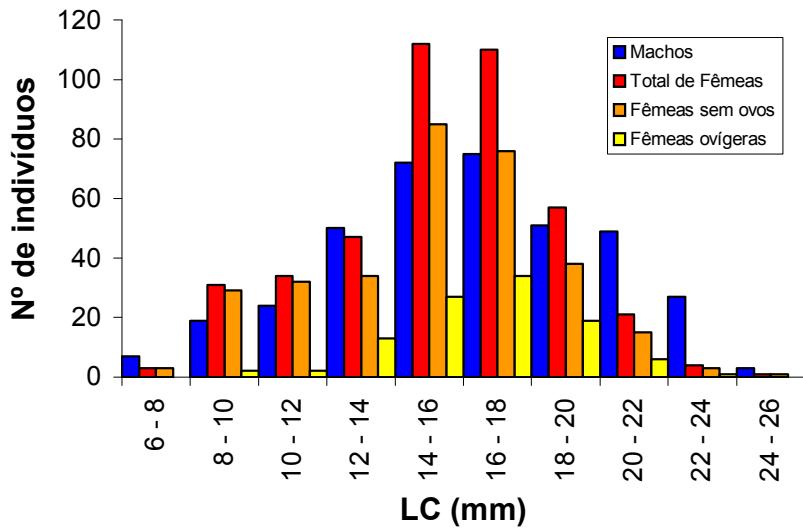


Figura 4 – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Histograma do número de indivíduos de cada morfotipo nas classes de largura cefalotorácica (LC).

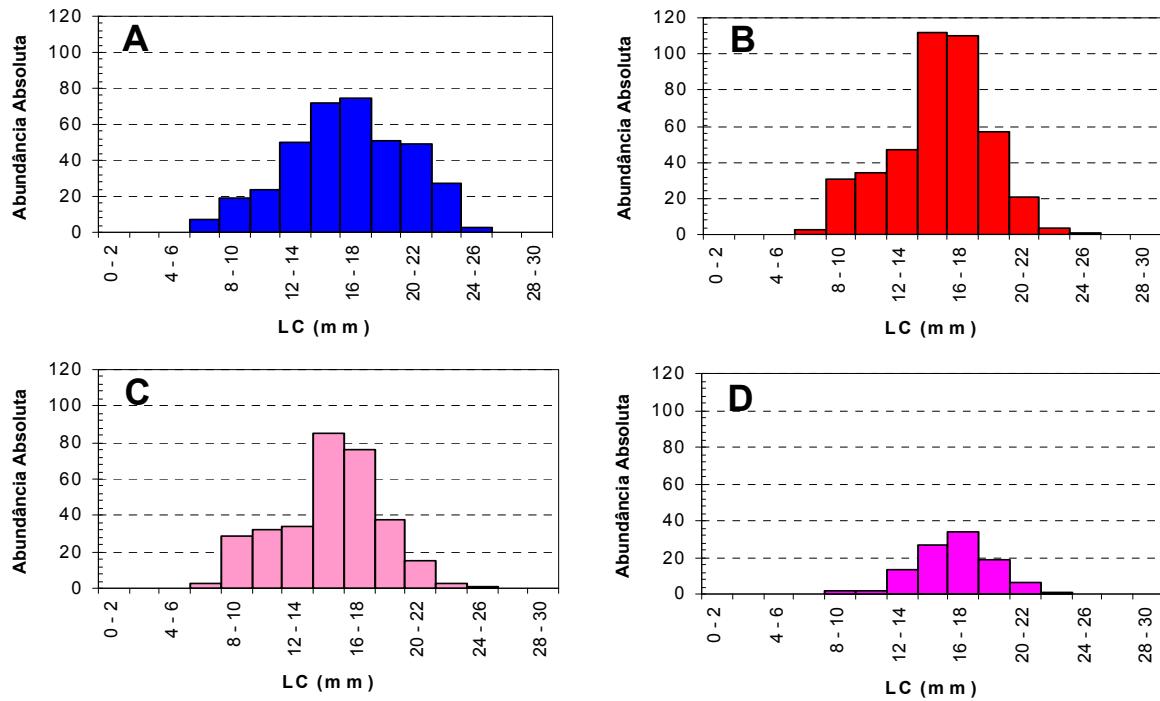


Figura 5 - *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Histograma de abundância absoluta dos morfotipos (A = machos; B = total de fêmeas; C = fêmeas sem ovos; E = fêmeas ovígeras) em classes de tamanho (LC = largura cefalotorácica).

Tabela I - *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Valores mínimos, máximos, médios e de desvio padrão da largura cefalotórácica (LC), para cada um dos morfotipos analisados.

Morfotipos	N	LC (mm)		
		Mín.	Máx.	Média ± Desvio Padrão
Machos	378	6,5	25,9	16,4 ± 3,9 b
Fêmeas sem ovos	319	7,2	24,1	15,2 ± 3,3 a
Fêmeas ovígeras	104	9,8	22,6	16,5 ± 2,55 b
Total de Fêmeas	423	7,2	24,1	15,5 ± 3,18 a
Total Geral	801	6,5	25,9	16,0 ± 3,6

\* As médias seguintes por uma mesma letra não diferiram significativamente entre si ( $p>0,05$ )

Tabela II – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Comparação do tamanho e morfotipo quelar para cada sexo e total de indivíduos.

Sexo	N	Comparação do tamanho quelar	%	Morfotipo quelar	%
Machos	268	Iguais	84,9	Homoquelos	84,9
	27	Direita	8,5	Heteroquelos	15,1
	21	Esquerda	6,6		
Fêmeas	340	Iguais	93,5	Homoquelos	93,5
	17	Direita	4,6	Heteroquelos	6,5
	7	Esquerda	1,9		
Total	608	Iguais	89,4	Homoquelos	89,4
	44	Direita	6,5	Heteroquelos	10,6
	28	Esquerda	4,1		

Tabela III – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Razão sexual nas estações do ano(M = machos; F = fêmeas;  $\chi^2$  = teste do qui-quadrado).

Estação	Machos	Fêmeas	Total	Proporção	M:F	F	$\chi^2$
Primavera	99	90	189	1,1	1:1,1	0,43	ns
Verão	126	149	275	1,2	1:1,2	1,92	ns
Outono	101	101	202	1	1:1	0	ns
Inverno	52	83	135	1,6	1:1,6	7,12	***
Total	378	423	801	1,1	1:1,1	2,53	ns

\*\*\* ( $p<0,01$ )

### Fecundidade

Para a análise da fecundidade foram utilizadas 46 fêmeas ovígeras de *A. pisonii*, que possuíam de 1.824 a 21.000 ovos ( $8.195 \pm 4.916$  ovos), para tamanhos de 9,9 a 21,9mm ( $16,9 \pm 2,8$ mm), respectivamente. A relação NO vs. LC foi expressa pela equação  $NO=3,74LC^{2,66}$  (Fig. 6), que apresentou ajuste pouco significativo aos pontos empíricos ( $R^2=0,48$ ).

As médias de LC e NO não diferiram significativamente entre os períodos chuvoso e seco ( $p>0,05$ ), implicando numa estrutura populacional e fecundidade similares, o mesmo tendo sido constatado para a fecundidade média relativa (Tab. IV).

As equações de fecundidade das estações chuvosa e seca não apresentaram diferença significativa quando confrontadas (Tab. V).

### Época Reprodutiva

Durante o período de estudos as fêmeas ovígeras ocorreram apenas durante o período compreendido entre setembro a abril, com ausência de maio a julho (Fig. 7). Na figura 8

verifica-se que a maior freqüência de ovígeras ocorreu na estação chuvosa (39,3%), correspondendo a cerca de oito vezes ao registrado para a estação seca (5,4%).

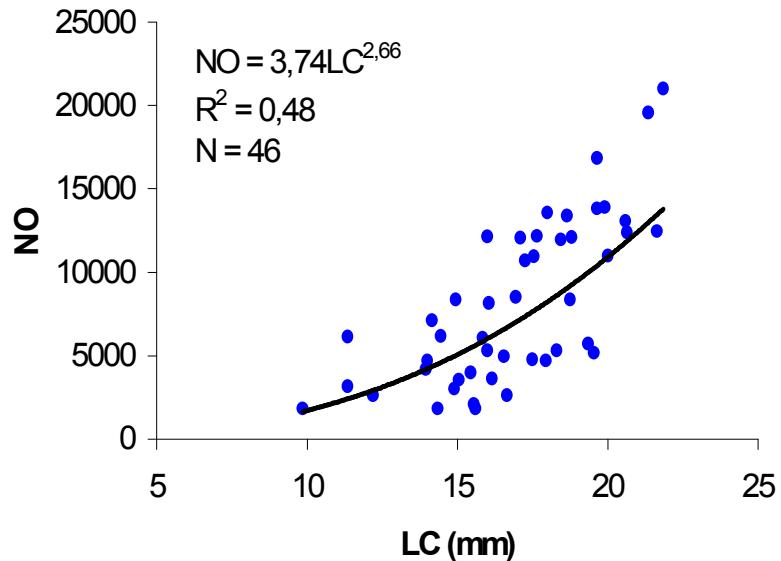


Figura 6 – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Diagrama de dispersão para a relação do número de ovos (NO) pela larguracefalotorácica (LC) e ajuste da função potência aos pontos empíricos.

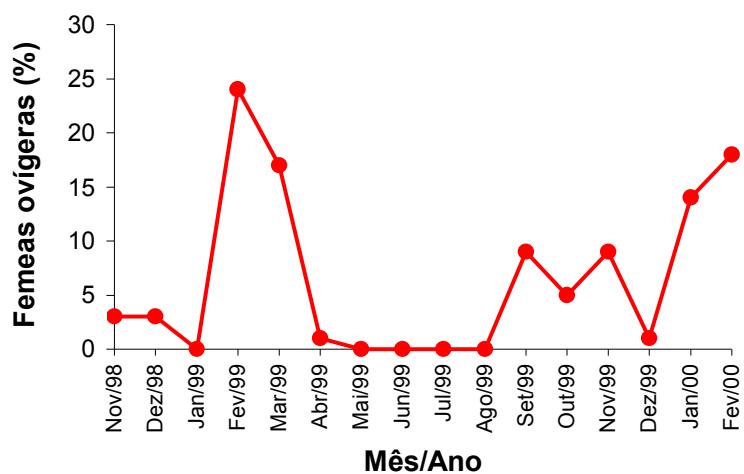


Figura 7 – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Gráfico de linha exibindo a variação mensal do percentual de fêmeas ovígeras na população estudada.

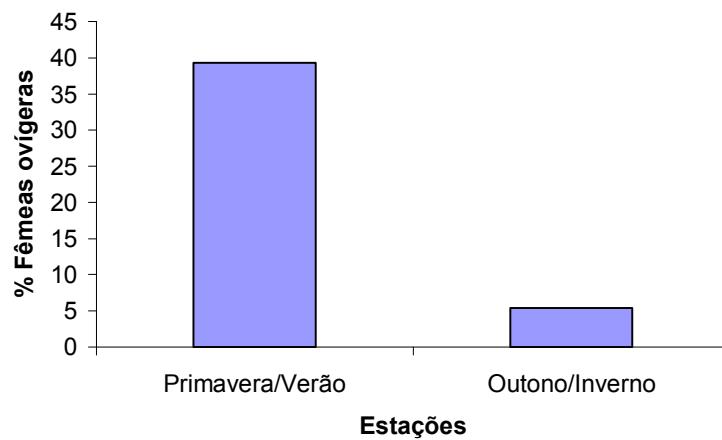


Figura 8 – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Gráfico de barras com o percentual sazonal de fêmeas ovígeras nas estações climáticas.

Tabela IV – *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards). Estatística sumária das variáveis de fecundidade (NO = número de ovos; LC = largura cefalotorácica) em relação às estações chuvosa (primavera + verão) e seca (outono + inverno).

Estação	N	LC (mm)			NO (unidades)			F'
		Mín	Máx.	$\bar{x} \pm s$	Mín.	Máx.	$\bar{x} \pm s$	
Chuvosa	37	9,8	21,8	16,5±2,8 a*	1824	21000	716±4683 a	13,5±6,0 a
Seca	9	14,9	21,3	18,4±2,1 a	4765	19578	10166±4885 a	14,3±4,7 a
Total	46	9,8	21,8	16,9±2,8	1824	21000	8195±4916	13,7±5,8

\* As médias de uma variável associadas a uma mesma letra não diferiram significativamente ( $p>0,05$ )

Tabela V - *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837). Equações de fecundidade e percentual de fêmeas ovígeras em relação ao total de fêmeas (FO%) durante a estações chuvosa (primavera + verão) e seca (outono + inverno).

Estação/Ano	Fêmeas ovígeras		Função Potência $y=ax^b$	Função Linearizada $\ln y=\ln a+b\ln x$	$R^2$
	N	FO%			
Chuvosa	37	39,3	$NO=4,42LC^{2,60}$	$\ln NO=1,48+2,60\ln LC$	0,46
Seca	9	5,4	$NO=2,69LC^{2,80}$	$\ln NO=0,99+2,80\ln LC$	0,46
Total	46	24,6	$NO=3,74LC^{2,66}$	$\ln NO=1,32+2,66\ln LC$	0,48

## DISCUSSÃO

### **Estrutura Populacional**

A distribuição dos morfotipos de *A. pisonii* em classes de tamanho mostrou-se diversificada, com padrão modal indicando efeito sazonal sobre o ciclo de vida desta espécie. A polimodalidade é comum em braquiúros de altas latitudes, sendo resultado das modas que caracterizam exemplares de um mesmo grupo etário (LEME, 1999). DIAZ; CONDE (1989) sugerem que esta polimodalidade pode refletir recrutamento diferencial, mortalidade catastrófica ou mesmo diferenças comportamentais. No presente estudo pode-se inferir que os machos e fêmeas atingem a maturidade a partir da classe de 8-10mm, hipótese que nas fêmeas pode ser confirmada pelo menor exemplar ovígero coletado (LC=9,8mm).

A presença de um maior número de machos a partir de 20mm, sugere uma taxa de crescimento mais acelerado para este sexo quando comparado às fêmeas. Este fato foi anteriormente explicado por DIAZ; CONDE (1989), pelo maior período de intermuda das fêmeas devido ao seu estado ovígero, apresentando, portanto, um crescimento mais lento devido ao direcionamento de energia para o processo reprodutivo.

LEME (1999) expõe que a variação do tamanho na maturidade pode ser causada por taxas diferenciadas de crescimento, além de outras variáveis exógenas sazonais, como aquelas causadas pela variação latitudinal (p. ex., temperatura e fotoperíodo). Citamos também como possível hipótese para a variação do tamanho as diferenças nos estoques genéticos e a influência de um conjunto de fatores ambientais. Enquanto as diferenças genéticas podem determinar o número de estágios até a muda puberal, os fatores ambientais (p. ex., longos períodos de seca e declínio térmico), podem promover diminuição da dieta alimentar disponível e, consequentemente, redução da energia para o crescimento ou reprodução.

Os resultados obtidos na análise da lateralidade quelar indicam que a heteroquelia não é uma das estratégias utilizadas na atração do parceiro durante o processo de corte e reprodução, pois quase 90% dos exemplares são homoquelos. *A. pisonii* é um caranguejo herbívoro (WARNER, 1967), não requerendo diferença ou especificidade quelar, como verificado para os caranguejos com hábito alimentar predominantemente carnívoro. A

existência de 10,6% do animais heteroquelos pode ser atribuída a perda de um membro por situações diversas como confrontos agonísticos, que geralmente ocorre por ação mecânica, com posterior regeneração.

Segundo WENNER (1972), a proporção entre o número de machos e fêmeas pode diferir devido a diversos fatores, podendo afetar mais um sexo do que outro. Na espécie em questão as fêmeas prevaleceram aos machos, fato também verificado por DIAZ & CONDE (1989), LEME (1995, 1999) e outros autores. Apesar da maior expressividade das fêmeas, a razão sexual deste estudo foi de 1:1,1, não diferindo significativamente da proporção 1:1 ( $p>0,01$ ). CHRISTY; SALMON (*apud* LEME, 1999) falam que a proporção sexual desviada para as fêmeas pode estar relacionada ao sistema de acasalamento dessa espécie que é do tipo poligínico, onde um mesmo macho pode inseminar várias fêmeas. Esta hipótese deve-se ao fato do aumento na proporção de machos nas classes seguintes àquela de maturidade das fêmeas (LEME, 1999). WARNER (1967) mostrou que durante o período reprodutivo, as fêmeas ovígeras do interior do mangue migram para as margens, aumentando a proporção nas áreas amostradas. WENNER (1972) também utilizou a hipótese de crescimento diferencial dos machos em relação às fêmeas de *A. pisonii* para explicar tais variações na razão sexual.

## Fecundidade

O número dos ovos em braquiúros aumenta em função da largura da carapaça (LC), geralmente podendo favorecer a estimativa da fecundidade de uma espécie, caso os pontos da relação NO *vs.* LC sejam devidamente ajustados por uma equação matemática.

CONDE; DIAZ (1989) encontraram para a espécie *A. pisonii* uma média de 16.379 ovos em ambiente estuarino, média esta maior que a encontrada por DIAZ; CONDE (1989) **em ambiente ..... ?????? .....** perfazendo 11.577 ovos. Tais dados são compatíveis com os obtidos no presente estudo.

LEME (1999) observou que embora *A. pisonii* tenha apresentado um menor tamanho cefalotorácico que o de *Sesarma rectum*, sua fecundidade foi bem maior. Este fato foi

explicado pela autora pelo tamanho dos ovos de *S. rectum* serem maiores que os de *A. pisonii*, além das diferenças na estratégia de vida dessas espécies.

A variação do número de ovos podem estar relacionada com sua perda por atrito com os substratos com os quais a espécie se relaciona, p. ex. o caule e ramos arbóreos das árvores dos manguezais. Outro fator importante, possivelmente relacionado a esta variação, é a ocorrência de desovas múltiplas para esta espécie. LEME (1999) observou uma segunda desova em exemplares de *A. pisonii* mantidos em laboratório, sendo o número de ovos desta segunda desova bem menor. MORGAM (*apud* LEME, 1999) afirma que as fêmeas são capazes de realizar mais do que uma desova sem cópula, aumentando a produção de ovos e reduzindo o tempo para produção de jovens. As desovas múltiplas sugerem uma estratégia vantajosa, reduzindo os gastos energéticos decorrentes do processo copulatório e aumentando o potencial da espécie, o que é principalmente importante para *A. pisonii*, que apresenta reprodução limitada pela sazonalidade.

A variação do número de ovos nos caranguejos também pode estar associada ao tipo de desenvolvimento da espécie. Aquelas que apresentam desenvolvimento indireto (anamórfico irregular) apresentam larvas que permanecem mais tempo como parte do plâncton, estando sujeitas a uma maior predação, o que justifica a grande quantidade de ovos que produzem. Já as espécies com desenvolvimento direto (epimórfico), possuem ovos maiores, que devido a sua maior quantidade de vitelo reduzem a possibilidade de predação pela eclosão dos ovos gerar indivíduos jovens (p. ex., espécies de braquiúros de água doce).

## **Época Reprodutiva**

A reprodução em decápodos possui uma forte tendência a ser periódica em função do aumento latitudinal (p. ex., nas regiões temperadas e frias), enquanto nas áreas tropicais e subtropicais tende a ser contínua, potencializando a reprodução para os meses mais quentes.

As fêmeas ovígeras foram capturadas apenas no período de setembro a abril, confirmando a sazonalidade reprodutiva da espécie, certamente relacionada à elevação térmica e de fotoperíodo. LEME (1999) registrou picos reprodutivos no verão, com recrutamento no inverno, a exemplo do que contatamos no presente estudo. CONDE; DIAZ

(1989), por sua vez, obtiveram um padrão divergente na Venezuela, com ocorrência das fêmeas ovígeras durante todos os meses do ano (reprodução contínua), mostrando a plasticidade reprodutiva da espécie em função das variações climáticas, sendo mais intenso nas regiões mais próximas ao equador.

Observa-se que o período reprodutivo é influenciado por variações intra-específicas verificadas regional e geograficamente (CONDE; DIAZ, 1989). Segundo SASTRY (*apud* LEME, 1999) a ocorrência de condições ambientais favoráveis pode determinar o início e a duração do período reprodutivo. Dentre elas destacam-se a temperatura e o fotoperíodo, que desencadeiam a maturação gonadal, induzindo a reprodução de caranguejos em áreas costeiras.

Quando as freqüências de fêmeas ovígeras foram relacionadas aos períodos de pluviosidade, notou-se que na estação chuvosa elas foram cerca de oito vezes superior as registradas na estação seca. SIDDIQUI, AHMED (*apud* LEME, 1995) relataram que o período chuvoso é mais favorável à reprodução dos caranguejos, sendo uma hipótese para o aumento da atividade reprodutiva, pois a maior disponibilidade de alimento para larvas planctotróficas recorrem do aumento de pluviosidade.

LEME (1999) em seu estudo comparativo entre *A. pisonii* e *S. rectum* propõe que a temperatura é um mecanismo controlador da época reprodutiva para muitos crustáceos. A maior exposição de *A. pisonii* às condições climáticas torna esta espécie mais suscetível a sua influência, ao contrário de *S. rectum*, que passa a maior parte do tempo protegido no interior de sua galeria. A autora sugere que a maior exposição externa de *A. pisonii* juntamente com sua menor razão superfície/volume, quando comparada a *S. rectum*, promova o aumento de sua temperatura interna, regulando seu período reprodutivo. Pode-se concluir que os padrões dos ciclos de vida dos crustáceos são adaptações, influenciadas por pressões seletivas, que acabam por maximizar a sobrevivência da prole. É necessário que as espécies se reproduzam em um período onde os jovens tenham maior chance de sobrevivência, respeitando seus requerimentos básicos de temperatura, salinidade e alimento (HARTNOLL; GOULD, GIESE, PEARSE, *apud* LEME, 1999).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A dinâmica populacional é um dos tópicos biológicos de grande importância e prioritários ao manejo e conservação das populações naturais. Neste estudo, a população analisada mostrou diversificação quando comparada com outras estudadas anteriormente em localidades distintas. Estas variações latitudinais são responsáveis pelas diferenças da composição de tamanho e reprodução de *Aratus pisonii*.

A população estudada apresentou variação de tamanho entre 6,5 a 25,9mm, com a maioria dos exemplares ocupando as classes de 14 a 18mm. A razão sexual da espécie não diferiu significativamente da proporção 1:1. A análise de fecundidade apresentou média de 8.195 ovos, a relação NO vs. LC apresentou ajuste pouco significativo aos pontos empíricos. As médias de LC, NO e  $\bar{F}'$  para os períodos de seca e chuva não diferiram significativamente, apontando uma similaridade entre fecundidade e a composição de tamanho das fêmeas ovígeras. Em decápodos tropicais e subtropicais a reprodução normalmente tende a ser sazonal, o que foi confirmado pelo presente estudo. As fêmeas ovígeras foram capturadas apenas entre setembro a abril, coincidindo com o período de elevação da temperatura e com a época das chuvas.

Todos os padrões aqui descritos afirmam que o ciclo de vida da espécie é influenciado pelo ambiente em que está inserido. Estudos desta amplitude são apenas o começo para se viabilizar o desenvolvimento sustentável entre o homem e o ambiente. Neste trabalho foram levantadas hipóteses que podem ser comprovadas através de estudos mais aprofundados sobre a espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONDE, J. E. & DÍAZ, H. The mangrove tree crab *Aratus pisonii* in a tropical estuarine lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 28, 639-650, 1989.

DÍAZ, H. & CONDE, J. E. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (BRACHYURA, GRAPSIDAE) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, 45, 148-163, 1989.

GAYANILLO, F.C., Jr.; SPARRE, P.; PAULY, D. 1996. **FAO-ICLARM Stock Assessment Tools. User's Manual.** Computerized Information Series – Fisheries, Rome, Italy, 23p.

LEME, M. H. de A. **Ecologia populacional de *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) em uma área estuarina do litoral Norte Paulista.** Universidade Estadual Paulista – UNESP de Botucatu, Botucatu, 74 p. (Dissertação de Mestrado). 1995.

LEME, M. H. de A. **Estratégia reprodutiva de duas espécies de Grapsídeos (Crustacea, Decapoda, Sesarminae) de manguezais.** Universidade Estadual Paulista – UNESP de Botucatu, Botucatu, 109 p. (Tese de Doutorado). 1999.

LEME, M. H. de A. and NEGREIRO-FRANSOZO, M. L. Fecundity of *Aratus pisonii* (Decapoda, Grapsidae) in Ubatuba region, State of São Paulo, Brazil. **Iheringia, Sér. Zool.**, (84): 73-77, 1998.

MANTELLATO, F. L. M. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* (Ordway, 1863) (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil.** Universidade Estadual Paulista – UNESP – “Campus” de Botucatu, São Paulo, 147 p. (Tese de Doutorado). 1995.

MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e siris) do Litoral Brasileiro.** São Paulo: Editora Plêiade, 1996, 604 p.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A., 1988, 434 p.

PINHEIRO, M.A.A. **Biologia reprodutiva do siri chita *Arenaeus cibrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo.** Universidade Estadual Paulista – UNESP de Botucatu, Botucatu, 180 p. (Tese de Doutorado). 1995.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. Fecundidade de *Pachycheles laevidactylus* (Rodrigues da Costa, 1960) (CRUSTACEA, ANOMURA, PORCELLANIDAE) em Ubatuba (SP) Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, 55(4):623-631, 1995.

PINHEIRO, M.A.A. & TERCEIRO, O.S.L. 2000. Fecundity and reproductive output of the speckled swimming crab *Arenaeus cibrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, 73(9): 1121-1137.

PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. 2002. Reproductive dynamics of the speckled swimming crab *Arenaeus cibrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), on the north coast of São Paulo State, Brazil. **J. Crust. Biol.**, 22(2): 416-428.

WARNER, G. F. The life history of mangrove tree crab, *Aratus pisonii*. **J. Zool.**, 153: 321-335. 1967

WARNER, G. F. The Biology of Crabs. **Elek Science London**. 1977.

WENNER, A. M. Sex ratio as a function of size marine Crustacea. **Am. Nat.**, 106 (949): 321-350, 1972.