

0085

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA: ZOOLOGIA

TESE DE DOUTORADO

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO SIRI CHITA
Arenaeus cribrarius (LAMARCK, 1818)
(CRUSTACEA, BRACHYURA, PORTUNIDAE) NA
REGIÃO DE UBATUBA, LITORAL NORTE DO
ESTADO DE SÃO PAULO

Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

Orientador: Prof. Dr. Adilson Stanozo

BOTUCATU
Estado de São Paulo
1995

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO SIRI CHITA
Arenaeus cribrarius (LAMARCK, 1818) (CRUSTACEA,
BRACHYURA, PORTUNIDAE) NA REGIÃO DE
UBATUBA, LITORAL NORTE DO ESTADO DE
SÃO PAULO

Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

Orientador: Prof. Dr. Adilson Fransozo

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus
de Botucatu, como parte dos requisitos para
obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS,
ÁREA DE ZOOLOGIA.

Botucatu
Estado de São Paulo
Julho - 1985



cm
0 1 2 3 4

Arenæus cribrarius (Lamarck, 1818)

"No decurso de cinquenta anos consagrados ao mar e repletos de aventuras, esforcei-me por associar um espírito de curiosidade quase poético a um muito realista espírito científico. Apenas esta combinação permite que se adquira uma visão global indispensável à compreensão das realidades dos nossos dias e das possibilidades futuras".

Jacques Yves-Cousteau

"Não se esqueça nunca que a Ciência é uma espécie de exploração e divertimento".

Albert Einstein

"O oceano, embora retido nos limites do globo, vibra de ardores e fecundidades evolutivas tão surpreendentes que se equipara às galáxias. Este prodigioso laboratório da criação terrena, onde a vida ensaia o seu afloramento para estender-se depois em espécies sobre a terra firme, também se apresenta mais intenso e mais vibrátil que o resto do planeta. Nele, turbilhões de seres agitam-se em esforços para conquistarem posições definidas no plano da criação, lutando e sofrendo no labor da evolução, que agencia este progresso. Toda esta epopéia é mantida pelo fluido inalterável do magnetismo divino, que se espalha por todo o universo ..."

Yvone A. Pereira

Dedico esta tese a quatro pessoas muito especiais para mim:

Meus pais Josias e Maria Dyrce

Minha esposa Helena Maria e

Ao meu filho Gustavo Henrique que, apesar de seus quatro anos, tem me cativado com seu amor, sinceridade e pureza.

AGRADECIMENTOS

Ao *Prof. Dr. Adilson Fransozo* pela orientação durante as pesquisas que culminaram na presente tese, bem como por sua amizade e exemplo, que sempre me incentivaram e nortearam minha carreira científica.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)* pela concessão da bolsa de doutorado (processo no. 92/1752-8), que viabilizou a execução do presente trabalho.

Ao assessor da FAPESP, que embora desconhecido por mim, teceu sempre críticas pertinentes que foram de extrema valia no aperfeiçoamento da presente tese.

Ao *Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani*, do Departamento de Bioestatística - IB - UNESP Campus de Botucatu por seu auxílio nas análises estatísticas, as quais vieram a colaborar para o melhor entendimento dos fenômenos reprodutivos da espécie aqui enfocada.

Ao *Prof. Dr. Rui Vieira de Moraes*, do Departamento de Bioestatística - IB - UNESP Campus de Botucatu, pelo auxílio na utilização do programa para geração de números aleatórios, minimizando o trabalho sobre a maturidade sexual da espécie (Capítulo III).

À *Profa. Dra. Maria Lucia Negreiros Fransozo*, do Departamento de Zoologia - IB - UNESP Campus de Botucatu, cujo dinamismo e potencial científico sempre me fascinaram desde que a conheci.

Ao *Sr. Manoel Ferretti*, pescador carinhosamente conhecido como "Bié", bem como ao seu filho *Edmilson Ferretti*, pelo constante apoio por ocasião das coletas mensais realizadas em Ubatuba.

A todos os colegas do *Núcleo de Estudos em Biologia, Ecologia e Cultivo de Crustáceos (NEBECC)* que voluntariamente me auxiliaram durante as coletas de campo e análises dos exemplares em laboratório.

Ao *Pólo de Informática da UNESP Campus de Botucatu*, principalmente na pessoa do *Sr. José Carlos Venditto Tancler*, pela presteza e rapidez na execução dos cálculos estatísticos utilizados na presente tese.

Às *Bibliotecas da UNESP Campus de Botucatu, Jaboticabal e Rio Claro*, pelas facilidades concedidas na revisão bibliográfica e aquisição de separatas pelo COMUT.

Aos professores, funcionários e colegas do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências - UNESP Campus de Botucatu pelas facilidades e amizade conquistada durante nosso convívio.

Aos professores, funcionários e demais amigos do Departamento de Biologia Aplicada - FCAV - UNESP Jaboticabal, pela acolhida extremamente calorosa e amizade demonstradas desde meu ingresso na carreira docente neste local.

Ao *Prof. Dr. Gilson L. Volpato*, do Depto. de Morfologia - IB - UNESP Campus de Botucatu, pelas sugestões fornecidas por ocasião da leitura dos manuscritos de etologia reprodutiva da espécie em estudo (Capítulo II).

À *Profa. Dra. Ilana Wainer* do Instituto Oceanográfico da USP pelo fornecimento dos dados de temperatura da água e precipitação durante o período de estudos (Capítulo IV), registrados pela Base Norte do IO/USP em Ubatuba.

Ao *Prof. Dr. Clóvis Alberto Volpe*, Depto. de Ciências Exatas da FCAV - UNESP Campus de Jaboticabal, pelo cálculo mensal do fotoperíodo e radiação solar na área de estudo

durante o período em que foram realizadas as coletas.

Ao *Prof. Paulo Américo de Paiva Pinheiro* pela correção e revisão ortográfica dos manuscritos desta tese, e ao *Prof. Dr. Manoel Vitor F. Lemos*, colega do Depto. de Biologia Aplicada, pelo auxílio na correção dos "abstracts".

Ao amigo *Prof. MSc. Jelly Makoto Nakagaki* por seu exemplo de dedicação, amizade e sinceridade sempre presentes durante nosso convívio.

Ao *Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti*, colega do Departamento de Biologia Aplicada - FCAV - UNESP Campus de Jaboticabal, pelo incentivo, apoio, sinceridade e amizade dispensados a mim durante nosso trabalho conjunto.

Aos amigos *Luis A. Rodrigues* e *Roseli A. Spadotto* pela grande amizade, sinceridade e companheirismo de longa data que temos compartilhado.

À aluna *Lucimari Missae Seto* pelo inestimável auxílio por ocasião da re-organização do arquivo bibliográfico, que facilitou muito a revisão literária da presente tese.

Aos meus queridos pais *Josias Glauco* e *Maria Dyrce* pelo amor com que sempre me prestigiaram, bem como pelo apoio e incentivo sempre depositados à minha formação e carreira científica.

À minha esposa *Helena Maria*, cujo incentivo, amor e carinho constante têm me amparado e conduzido na conclusão de mais esta etapa de minha vida.

Ao pequeno *Gustavo Henrique*, que embora não compreenda meu trabalho e a freqüente ausência de seu convívio, tenha, no futuro, a possibilidade de poder se dedicar com amor e dinamismo à sua profissão, traçando metas e atingindo seus objetivos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

I.1 - Sistemática e zoogeografia dos portunídeos	1
I.2 - Descrição da espécie em estudo	4
I.3 - Sinonímia e revisão bibliográfica sobre <i>A. cribrarius</i> (Lamarck, 1818)	5
I.4 - Hidrologia e geomorfologia da área de coletas	9
• Figuras	12
I.5 - Referências bibliográficas	14

CAPÍTULO II

COMPORTAMENTO REPRODUTIVO DE *Arenaeus cribrarius* (LAMARCK, 1818) (CRUSTACEA, BRACHYURA, PORTUNIDAE) EM CATIVEIRO

II.1 - Resumo	21
II.2 - Abstract	22
II.3 - Introdução	24
II.4 - Metodologia	28
II.5 - Resultados	31
• Tabelas	37
• Figuras	39
Discussão e conclusões	42
• Tabela	48
II.7 - Referências bibliográficas	49

CAPÍTULO III

MATURIDADE SEXUAL DO SIRI *Arenaeus cribrarius* (LAMARCK, 1818) (CRUSTACEA, BRACHYURA, PORTUNIDAE) NO LITORAL NORTE PAULISTA

III.1 - Resumo	54
III.2 - Abstract	55
III.3 - Introdução	57
III.4 - Metodologia	62
III.5 - Resultados	74
• Tabelas	79
• Figuras	82
III.6 - Discussão	88
• Tabela	93
III.7 - Referências bibliográficas	94

CAPÍTULO IV

DINÂMICA REPRODUTIVA DE *Arenaeus cribrarius* (LAMARCK, 1818) NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

IV.1 - Resumo	102
IV.2 - Abstract	103
IV.3 - Introdução	105
IV.4 - Metodologia	111
IV.5 - Resultados	117
• Tabelas	126
• Figuras	134
IV.6 - Discussão e conclusões	146
• Tabela	156
IV.7 - Referências bibliográficas	157

CAPÍTULO V**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerações finais	173
• Figura	176

RESUMO

Resumo geral	177
--------------	-----

ABSTRACT

General abstract	179
------------------	-----

PREFÁCIO

Desde tempos remotos, os povos de civilizações antigas têm mostrado uma íntima relação com o ambiente marinho e seus habitantes. A exploração de seus recursos tem sido uma - senão a principal - causa do interesse dispendido pelo homem a este ecossistema, principalmente quando se faz alusão ao seu potencial biológico.

Nas últimas décadas observa-se um crescimento gradativo dos estudos relacionados ao levantamento de espécies marinhas economicamente importantes, bem como o monitoramento de seus estoques pesqueiros, considerados por muitos como uma das principais fontes de nutrição para as gerações futuras.

Os animais marinhos utilizados como alimento são popularmente conhecidos como "frutos-do-mar". Dentre eles, merecem destaque pelo maior consumo os peixes, crustáceos (camarões, lagostas, caranguejos, etc.) e moluscos (mexilhões, ostras, lulas, etc.). Além do sabor peculiar, tais alimentos são caracterizados também por serem altamente nutritivos e, na maioria das vezes, de preço acessível ao consumidor.

Em relação aos crustáceos, tem-se percebido um incremento significativo na extração de espécies da Infraordem Brachyura (caranguejos e siris), principalmente em países como a China, Japão e Estados Unidos. Estes vêm utilizando sua carne como alimento, além das vísceras e do exoesqueleto, empregados na síntese de vários subprodutos com alto valor de mercado. Na área costeira da América do Norte, as três principais espécies de braquiúros exploradas comercialmente são em ordem de importância: *Callinectes sapidus* (família Portunidae), *Cancer* spp. (família Cancridae) e *Chionoecetes* spp. (família Majidae).

No Brasil, a extração de braquiúros é realizada ainda artesanalmente devido à reduzida aceitação pelo mercado consumidor. Os siris, por exemplo, têm sido subexplorados na pesca

camaroneira e considerados como "rejeito de pesca" ou, mais pejorativamente, como "lixo" pelos pescadores, o que é decorrente da dificuldade em sua retirada das redes, além do "desconforto" gerado quando suas quelas são duramente travadas na pele. Portanto, para que o Brasil inicie uma extração consciente de tais recursos são necessárias ainda diversas informações biológicas e ecológicas, que darão subsídio para uma exploração racional sem comprometimento de tais populações na natureza.

Por sua importância incontestável, um dos tópicos que tem merecido maior atenção por parte dos carcinólogos nos últimos tempos refere-se à elucidação da biologia reprodutiva destes organismos. A este respeito, pouco se sabe sobre a reprodução dos crustáceos brasileiros e, de modo particular, sobre o siri chita *Arenaeus cribrarius*.

Esta tese tem como objetivo analisar a biologia reprodutiva da espécie em questão, encontrando-se dividida em cinco capítulos para maior facilidade de leitura e posterior publicação. No Capítulo I o leitor poderá encontrar uma introdução geral, onde constam informações a respeito da sistemática e biogeografia dos portunídeos, descrição, sinonímia e revisão bibliográfica sobre *A. cribrarius* e caracterização da área de coletas. Os Capítulos II, III e IV, tratam, respectivamente, do comportamento reprodutivo, maturidade sexual e dinâmica da reprodução da espécie em estudo. No Capítulo V, as informações discutidas nos capítulos anteriores são inter-relacionadas, chegando-se à elaboração de um diagrama que represente o ciclo reprodutivo de *A. cribrarius*.

M. A. A. PINHEIRO

CAPÍTULO I

Introdução geral

I.1 - Sistemática e zoogeografia dos portunídeos

Conforme BOWMAN & ABELE (1982) a Superclasse Crustacea Pennant, 1777 conta com aproximadamente 38.719 espécies distribuídas em 5.334 gêneros, ocupando os ecossistemas terrestre e aquático (dulcícola, marinho e salobro) existentes em nosso planeta. Segundo os mesmos autores, só a Ordem Decapoda Latreille, 1803 - a mais representativa da Classe Malacostraca Latreille, 1806 - totaliza 10.000 espécies, ou seja, 25,8 % dos crustáceos conhecidos.

Os crustáceos decápodos pertencentes à Infraordem Brachyura Latreille, 1803 são conhecidos popularmente como caranguejos, totalizando cerca de 5.000 espécies, as quais, segundo MELO (com. pessoal), apresentam a seguinte distribuição zoogeográfica: 3.500 (70 %) no Indo-Pacífico, 700 (14 %) no Atlântico Ocidental, 500 (10 %) no Pacífico Oriental e 300 (6 %) no Atlântico Oriental. Esses animais são caracterizados por apresentarem um cefalotórax expandido, achatado e fusionado lateralmente; abdome igualmente achatado, reduzido e flexionado sob o cefalotórax, raramente possuindo urópodos (sem função natatória); terceiro par

de maxilípedes largos; e primeiro par de pereiópodos quelados (quelípodos), quase sempre mais desenvolvido que os demais.

Segundo ŠTEVCIC (1971), os braquiúros são os crustáceos decápodos que atingiram o mais alto nível de organização. Tal fato foi devido ao fenômeno denominado "braquiurização", que possibilitou a estes organismos a maximização funcional de diversos órgãos, apesar da redução de seu tamanho, favorecendo-lhes, desta forma, uma maior diversidade taxonômica e amplitude de distribuição.

Dentre os caranguejos, algumas espécies são caracterizadas e diferenciadas por apresentarem um cefalotórax amplo e achatado dorso-ventralmente, com a maior largura geralmente terminalizada num espinho lateral proeminente; órbitas e pedúnculos oculares moderadamente grandes ou alongados; antenas dobrando-se oblíqua ou transversalmente; e o quinto par de pereiópodos na maioria das vezes achatado, apresentando seu dátilo em forma de "remo", adaptado à natação. Em decorrência de tais adaptações, estes animais recebem nomes peculiares a sua região de ocorrência, dentre os quais destacam-se: "swimming crabs" (EUA), "jaiba" (México) e "siri" (Brasil).

A Família Portunidae Rafinesque, 1815 é representada por cerca de 300 espécies (NORSE, 1977), das quais, segundo os estudos de RATHBUN (1930), 47 são registradas nas Américas, totalizando 12 gêneros. Na costa atlântica do continente americano (latitudes 50° N e 50° S) os portunídeos são representados por cerca de 10 gêneros e 31 espécies, sendo que cinco delas (*Ovalipes punctatus*, *Bathynectes superba*, *Cronius ruber*, *Carcinus maenas* e *Callinectes sapidus*) ocorrem em outras regiões do globo (TAISSOUN, 1973). Segundo o mesmo autor, cerca de 87,9 % das espécies encontram-se distribuídas na Província Caribeana ou Antilhana (35° N e 30° S), que corresponde, respectivamente, às águas do Caribe e litoral brasileiro, sendo sua abundância decrescida gradualmente em direção às regiões polares.

Dentre os trabalhos que enfocam a distribuição e levantamento dos braquiúros no litoral atlântico da América do Sul, destaca-se o realizado por COELHO & RAMOS (1972), entre as latitudes 5° N e 39° S, onde a Família Portunidae esteve representada por 6 gêneros e 19 espécies. Tal afirmação é corroborada pelo artigo de TAISSOUN (1973), que menciona a existência de aproximadamente 20 espécies para o litoral brasileiro. Entretanto, visando estudar os padrões distribucionais e ecológicos dos braquiúros numa área mais restrita - Região Sudeste-Sul brasileira (21° S e 34° N) - MELO (1985) revelou a ocorrência de 14 espécies distribuídas em 7 gêneros, as quais são listadas a seguir: *Arenaeus cribrarius*, *Scylla serrata*, *Coenophthalmus tridentatus*, *Ovalipes trimaculatus*, *Cronius ruber*, *Callinectes* spp. (*C. danae*, *C. ornatus*, *C. bocourti*, *C. exasperatus*, *C. larvatus* e *C. sapidus*); e *Portunus* spp. (*P. spinicarpus*, *P. spinimanus* e *P. ventralis*).

Pelo exposto anteriormente, percebe-se que a Região Sudeste-Sul brasileira mostra grande representatividade quanto ao número de espécies, correspondendo a 73,7 % dos portunídeos descritos para o litoral brasileiro por COELHO & RAMOS (*op. cit.*), e 45,2 % daquelas distribuídas na costa atlântica do Continente Americano por TAISSOUN (*op. cit.*).

No Brasil, os siris figuram em levantamentos faunísticos iniciados desde o começo deste século, sendo um dos precursores o importante trabalho realizado por MOREIRA (1901) sobre a ocorrência e sinonímia de vários crustáceos brasileiros. Recentemente, novas contribuições a ele se somaram sob a forma de levantamentos ou inventários regionais, tais como os de FAUSTO-FILHO (1966), COELHO & RAMOS-PORTO (1980), PITA *et al.* (1985), MOREIRA *et al.* (1988), MELO *et al.* (1989), FRANSOZO *et al.* (1992) e NEGREIROS-FRANSOZO *et al.* (1992).

Na Família Portunidae, o gênero *Arenaeus* Dana, 1851 é representado por apenas duas espécies: a - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), com distribuição verificada para o Oceano

Atlântico Ocidental, de Vineyard Sound, Massachusetts (EUA) a La Paloma, Uruguai (JUANICÓ, 1978; WILLIAMS, 1984); e b - *Arenaeus mexicanus* (Gertaecker, 1856), ocorrendo apenas no Oceano Pacífico Oriental, da Califórnia (EUA) ao Peru (RATHBUN, 1930). Apesar de tais espécies pertencerem a oceanos distintos e se encontrarem separadas por uma barreira geográfica, elas estão mais relacionadas entre si do que com outras espécies simpátricas. Por este motivo, tais espécies são denominadas gêmeas ou vicariantes (TAISSOUN, 1973), sendo tal analogia uma evidência da recente conexão entre os oceanos Pacífico e Atlântico pelo Istmo do Panamá (GARTH & STEPHENSON, 1966).

1.2 - Descrição da espécie em estudo

Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818) é uma espécie pertencente à Família Portunidae, Subfamília Portuninae (Fig. 1), cuja identificação é facilitada pela presença dos seguintes caracteres morfológicos: carapaça finamente granulada com a largura correspondendo ao dobro do comprimento, apresentando lateralmente um espinho pronunciado; fronte menos proeminente que os ângulos orbitais externos, apresentando seis dentes incluindo os orbitais internos. Dentes ântero-laterais um tanto agudos e fortemente setosos abaixo. Margem superior da órbita com duas comissuras profundas, dividindo-a em 3 lobos; margem inferior da órbita com larga fissura externa e ângulo interno muito avançado. Superfície inferior da carapaça coberta por cerdas. Quelípodos de tamanho moderado, mero com três espinhos sob a margem anterior, e outros, tuberculiformes e curtos, próximos à região distal da margem posterior, carpo com espinho interno e externo; própodo com cinco cristas granuladas longitudinais e dois espinhos, sendo um situado na articulação com o carpo e o outro junto à base do dactilo. As pernas locomotoras são relativamente grandes, alargadas e densamente cobertas por cerdas curtas. Pernas natatórias vigorosas. Segmento basal do abdome apresentando sobre cada lado um vigoroso espinho agudo e ligeiramente curvado para cima (WILLIAMS, 1984).

Dentre as diversas características da espécie, aquelas que podem ser consideradas diagnósticas são: a presença de quatro dentes frontais, um espinho na região distal do própodo e espinhos internos e externos iguais no carpo do quelípodo (RATHBUN, 1930). Além disso, seu ventre branco e seu dorso marrom-oliva intensamente coberto por máculas brancas (maiores no própodo quelar) são características da espécie, persistindo em álcool mesmo após longo período de fixação.

I.3 - Sinonímia e revisão bibliográfica sobre *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818)

Em 1818, Jean Baptiste P. A. Monet de Lamarck fez a primeira descrição do animal em questão, atribuindo-o ao gênero *Portunus* com a nomenclatura *P. cribrarius*. Posteriormente, este animal já foi designado a outros gêneros, tais como *Lupa* (*L. cribraria* Milne-Edwards, 1834 e *L. maculata* Say, 1818), e *Neptunus* (*N. cribrarius* Milne-Edwards, 1861), considerados por MOREIRA (1901) e WILLIAMS (1984), como sinônimos de *Arenaeus cribrarius*.

Apesar do gênero *Arenaeus* ter sido descrito por James D. Dana em 1851, somente 48 anos depois (1899), Mary J. Rathbun designou a espécie em questão para este gênero, onde permanece até hoje.

Etmologicamente, o nome científico *Arenaeus cribrarius* é de origem latina, onde o nome genérico *Arenaeus* vem da combinação do prefixo *Arena* (= areia) com o sufixo *-aneus* (= semelhante); e o nome específico *cribrarius* da união de *cribráre* (= várias manchas) com *-arius* (= possui) (FARIA *et al.*, 1962; PAPAVERO, 1983).

Apesar da localidade tipo desta espécie ser o Brasil, sua distribuição é relativamente ampla, recebendo, por este motivo, nomes populares que variam de região para região, tais como:

siri da areia (MOREIRA, 1901), siri capote (FAUSTO-FILHO, 1966), siri manchado ou pintado (WILLIAMS, 1984) e siri chita (PITA *et al.*, 1985). Na região de Ubatuba, litoral norte paulista, tal espécie é conhecida pelos pescadores como "pintadinho", o que se deve a sua coloração peculiar e diferenciada dos demais siris ali existentes.

O registro desta espécie em levantamentos faunísticos, como os realizados por DRAGOVICH & KELLY (1964), DUDLEY & JUDY (1971) e CAMP *et al.* (1977) tem revelado aspectos interessantes sobre sua biologia. No Brasil, tais aspectos têm sido abordados regionalmente por alguns autores, dentre os quais destacam-se: ABREU (1975), FAUSTO-FILHO (1979), SAMPAIO & FAUSTO-FILHO (1984), MELO (1985), GOUVÊA (1986), MOREIRA *et al.* (1988), BRANCO *et al.* (1990) e FRANSOZO *et al.* (1992).

O hábitat ocupado por *A. cribrarius* corresponde às águas costeiras rasas e preferencialmente fechadas, ocorrendo na zona de arrebentação das ondas, apesar da instabilidade da areia e turbulência no local, onde geralmente se enterram com o auxílio dos pereiópodos (RATHBUN, 1930; WILLIAMS, *op. cit.*). Como os demais portunídeos, são excelentes nadadores, podendo escapar com facilidade do turbilhonamento promovido pelas ondas (HAY & SHORE, 1918).

Geralmente a espécie em questão é coletada utilizando-se de uma rede de arrasto do tipo "picaré" ou "otter-trawl", percorrida a cerca de meia milha de distância, disposta paralelamente à praia (HAY & SHORE, *op. cit.*). Outra metodologia de coleta, empregada por SAWAYA & PEREIRA (1946) e WASS (1955), refere-se à utilização de uma fonte luminosa direcionada à zona de arrebentação de maré durante a noite, imobilizando momentaneamente o animal e facilitando sua captura.

Segundo HILDEBRAND (1954), *A. cribrarius* apresenta certa afinidade com o camarão branco *Penaeus setiferus* na costa ocidental do Golfo do México, sendo raramente

encontrado em associação com o camarão marrom *Penaeus aztecus*. Tal associação com os camarões faz com que esta espécie seja tida como refugio de pesca, apesar de sua carne ser considerada de excelente sabor (WILLIAMS, 1978).

De acordo com ROSS *et al.* (1987), *A. cribrarius* apresenta maior atividade durante o período noturno, quando sua densidade foi de 0,2 ind./m², enquanto que, durante o dia, obtiveram-se valores inferiores a 0,01 ind./m². Tal fato coaduna-se com os resultados obtidos por LEBER (1982), que verificou migrações noturnas deste siri para zonas próximas à arrebentação de maré ("wash saturated zone"), onde se alimentam, retornando com o amanhecer ao seu ambiente de origem.

Os representantes da Família Portunidae apresentam hábito alimentar carnívoro, predando, principalmente, moluscos bivalves e gastrópodos, apesar da carne em decomposição apresentar pequena incidência em sua dieta (WARNER, 1977). Existem também relatos da predação de *A. cribrarius* sobre o crustáceo anomuro *Emerita talpoida* e, em menor frequência, bivalves do gênero *Donax* (*D. variabilis*, *D. parvula* e *D. denticulatus*) (WADE, 1967; LEBER, *op. cit.*). Numa análise do conteúdo estomacal desta espécie para o litoral norte paulista, PINHEIRO & FRANSOZO (1994) verificaram que a composição alimentar para *A. cribrarius*, constituiu-se de 48,6 % de crustáceos (42,9 % dos quais foram camarões), 32 % de moluscos (29,7 % de bivalves e 2,3 % de gastrópodos), 16 % de peixes, e 3,4 % por ofiuróides, apesar da maior preferência estar centrada nos crustáceos e peixes.

A tolerância de *A. cribrarius* à hiposalinidade, bem como análises da constituição mineral de seu soro sanguíneo, foram desenvolvidas, respectivamente, por NORSE (1978) e SAWAYA & PEREIRA (1946), demonstrando a relativa estenohalinidade desta espécie, que apresenta mortalidades de 17 % a 17,5 %, e 100 % a 8,75 %. Outras variáveis ambientais já foram relacionadas à abundância desta espécie (p. ex., temperatura, salinidade e transparência da

água), tendo sido encontrada correlação positiva e significativa apenas com a temperatura da água (ANDERSON *et al.*, 1977).

Apesar de sua distribuição relativamente ampla, poucas contribuições têm sido encontradas na literatura a respeito da biologia desta espécie, prova disso é que, só recentemente, seu desenvolvimento larval foi descrito STUCK & TRUESDALE (1988), registrando-se oito estágios de zoea e um de megalopa.

O estudo bioecológico desta espécie culminou numa abordagem auto-ecológica mais aprofundada realizada por PINHEIRO (1991), atendo-se principalmente a seus aspectos distribucionais e populacionais na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP).

O crescimento relativo de *A. cribrarius* foi similar ao de outros braquiúros já estudados, indicando a relação comprimento do própodo quelar (CP) pela largura da carapaça (LC), e a relação largura do abdome (LA) pela largura da carapaça (LC), para a estimativa da maturidade morfológica dos machos e fêmeas, respectivamente (PINHEIRO & FRANSOZO, 1993a).

A estrutura populacional deste siri revelou que os machos atingem um tamanho mais exacerbado que o das fêmeas, as quais, possivelmente, entram em anedise terminal por volta de 90 a 95 mm de largura de carapaça (PINHEIRO & FRANSOZO, *no prelo a*). Tal fato se reflete na relação do peso (PE) pela largura da carapaça (LC), onde os machos desta espécie apresentam um grau de engorda superior ao das fêmeas (PINHEIRO & FRANSOZO, 1993b).

Quanto à influência de fatores ambientais na distribuição de *A. cribrarius*, PINHEIRO *et al.* (*no prelo b*) verificaram que a abundância desta espécie mostra correlação linear positiva com a temperatura e fração areia muito fina, e negativa com o teor de matéria orgânica do sedimento. No entanto, padrões de distribuição distintos foram verificados entre o grupo representado pelos machos adultos e jovens (menor profundidade e fração areia muito fina).

quando comparado com o de fêmeas adultas (maior profundidade e fração areia grossa e média). Além disso, caracterizou-se uma associação significativa dos machos adultos, fêmeas adultas e exemplares juvenis com os dois conjuntos de fatores ambientais (Conj. A = temperatura, salinidade, teor de oxigênio, profundidade, matéria orgânica, e Conj. B = sete frações granulométricas do sedimento), excetuando-se as fêmeas ovígeras, que apresentaram associação significativa apenas com o conjunto "B", indicando uma maior influência do sedimento em sua distribuição.

I.4 - Hidrologia e geomorfologia da área de coletas

A área utilizada para as coletas localiza-se no litoral norte do Estado de São Paulo, entre as latitudes $23^{\circ} 25' 00''$ - $23^{\circ} 35' 00''$ S, e as longitudes $45^{\circ} 00' 00''$ - $45^{\circ} 12' 00''$ W (Fig. 2).

De modo geral, a geomorfologia desta região difere muito da existente no litoral sul do estado, onde as praias são contínuas, extensas e poucas vezes delimitadas por afloramentos rochosos. Uma das características mais marcantes do litoral norte paulista é seu intenso recorte formando inúmeras baías e enseadas, além de apresentar uma planície costeira pouco expressiva onde os promontórios dos esporões terminais da Serra do Mar, delimitam praias de pequeno porte e numerosas ilhas (AB'SABER, 1955). A diferenciação geomorfológica entre o litoral norte e o litoral sul paulista pode ser explicada por fenômenos de submersão (Litoral Norte) e emersão (Litoral Sul), promovido por dinâmicas de sedimentação distintas ou influência tectônica (SUGUIO & MARTIN, 1975), apesar da hipótese de uma submersão generalizada, mas diferencial, do Litoral não ser descartada (MARTIN & SUGUIO, 1976).

A área emersa, pertencente à Província Costeira, apresenta-se dominada geomorfologicamente pela Subzona Serra do Mar e Zona das Baixadas Litorâneas (FURTADO

& MAHIQUES, 1990), tendo sido denominada por SUGUIO & MARTIN (1978) como unidade Ilha de São Sebastião-Serra de Parati. A área submersa, por sua vez, caracteriza-se pela presença de um declive que chega até a isóbata de 60 m, uma plataforma interna estreita, um novo declive (da isóbata de 80 m até a de 100 m) e, finalmente, por uma plataforma externa.

Entre a Ilha de São Sebastião e a Ilha Anchieta, verifica-se uma grande ocorrência de outras ilhas que atenuam a incidência de ondas entre a linha da costa e a isóbata de 50 m (FURTADO & MAHIQUES, 1990). As ondas agem com maior efetividade junto ao fundo, sendo provenientes de Sul e Sudoeste, estando associadas às frentes frias, apesar das de maior frequência serem do quadrante Sudeste. A área apresenta domínio de marés inferiores a 2 m, caracterizando, portanto, um regime de micromarés.

As correntes de superfície apresentam sentido preferencial para Nordeste (MESQUITA *et al.*, 1979), enquanto as de fundo apresentam velocidades baixas (< 20 cm/s), podendo chegar a 50 cm/s com a passagem de frentes frias.

A região em estudo encontra-se sob a influência de três massas de água: a - Água Central do Atlântico Sul (ACAS), b - Água Tropical (AT) e, c - Água Costeira (AC). De acordo com SARTOR (1989), tais massas de água são bem distintas entre si quanto a temperatura, salinidade e riqueza em nutrientes. A ACAS, p. ex., apresenta temperaturas inferiores a 15°C, salinidade de 35 ‰ e é rica em nutrientes; a AT possui temperaturas superiores a 24°C, salinidade variando de 36 a 37 ‰ e é pobre em nutrientes; e AC, com temperaturas de cerca de 24°C e salinidades de 34,3 a 35,0 ‰, principalmente na estação de chuvas.

Durante o verão, a área recebe influência da ACAS, induzindo um sistema de saída da água costeira de superfície (CASTRO-FILHO *et al.*, 1987), coincidindo com as maiores precipitações pluviométricas e aporte de material terrígeno pelos rios.

O sedimento preponderante na região de estudos são as frações arenosas fina e muito fina (FORNERIS, 1969; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1991). Apesar disso, certas subáreas apresentam variações substanciais com relação às frações granulométricas mais finas (silte e argila), o que se deve à incipiência dos sistemas de drenagem do local ou da própria composição litológica peculiar às áreas emersas adjacentes (FURTADO & MAHIQUES, 1990).

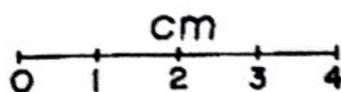
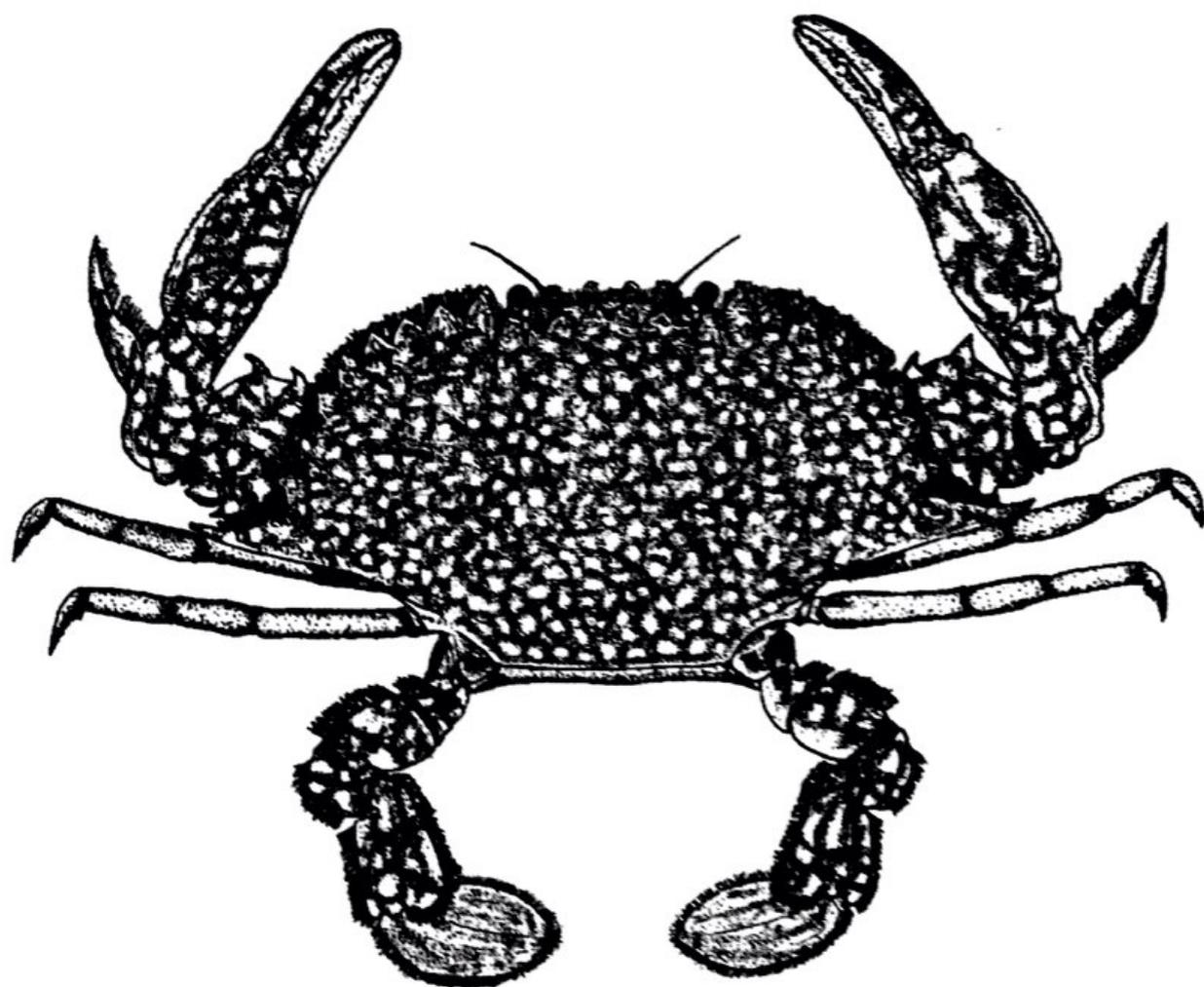


FIGURA 1 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Exemplar macho adulto em vista dorsal (segundo PINHEIRO, 1991)

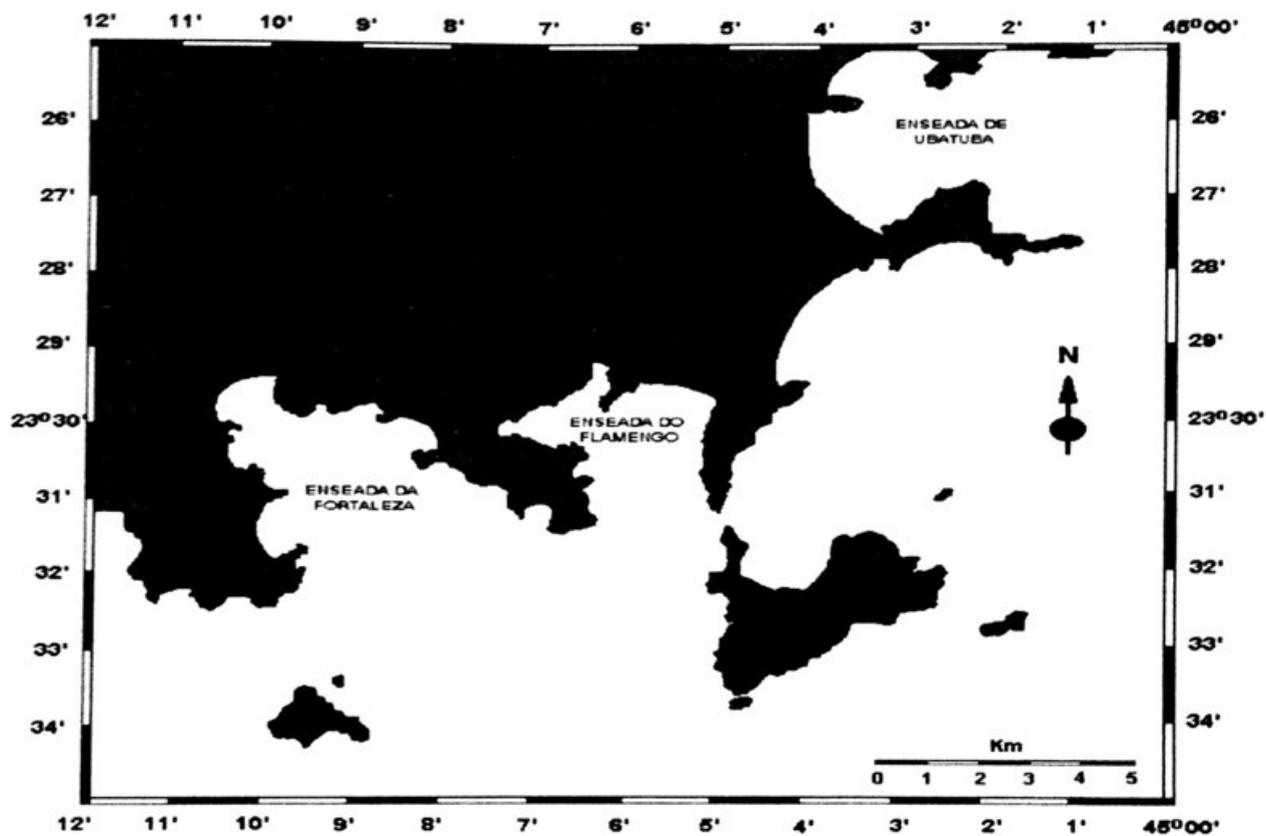


FIGURA 2 - Mapa representando a área litorânea de Ubatuba, SP, utilizada na coleta dos exemplares de *Arenaeus cribrarius* (segundo o trecho "B" da carta náutica no. 1613 da DHN).

I.5 - Referências bibliográficas

- AB'SABER, A.N. 1955. Contribuição à geomorfologia do litoral paulista. *Rev. Bras. Geogr.*, 17(1):3-37.
- ABREU, J. 1975. **Distribuição e ecologia dos Decapoda numa área estuarina de Ubatuba (SP)**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP), São Paulo, 53 p. + 14 figs. + VIII tabs. (*Dissertação de Mestrado*)
- ANDERSON, W.D.; DIAS, J.K.; DIAS, R.K.; CUPKA, D.M. & CHAMBERLAIN, N.A. 1977. The macrofauna of the surf zone off Folly Beach South Carolina. *NOAA Tech. Rep. NMFS/SSRF*, 704: 1-23.
- BOWMAN, T.E. & ABELE, L.G. 1982. Classification of the Recent Crustacea, 1-27. In: Abele, L.G. (ed.). **The Biology of Crustacea. Systematics, the Fossil Record, and Biogeography**. New York, Academic Press, inc. V.1, 319 p.
- BRANCO, J.O.; PORTO-FILHO, E. & THIVES, A. 1990. Estrutura das populações, abundância e distribuição dentro de espécies integrantes da Família Portunidae (Crustacea, Decapoda) na Lagoa da Conceição e área adjacente, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Resumos do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo*, 2: 294-300.
- CAMP, D.K.; WHITING, N.H. & MARTIN, R.E. 1977. Nearshore marine ecology at Hutchinson Island, Florida: 1971-1974. V. Arthropods. *Fl. Mar. Res. Publ.*, 25: 1-63.
- CASTRO FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B. de & MIYAO, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: Variações sazonais e em média escala. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 35(2): 135-151.
- COELHO, P.A. & RAMOS, M.A. 1972. A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral leste da América do Sul entre as latitudes de 5° N e 39° S. *Trabls. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco*, 13: 133-236.

- COELHO, P.A. & RAMOS-PORTO, M. 1980. Crustáceos decápodos da costa do Maranhão, Brasil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 29(2): 135-138.
- DRAGOVICH, A. & KELLY, J.A., Jr. 1964. Ecological observations of macro-invertebrates in Tampa Bay, Florida 1961-1962. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, 14(1-4): 74-102.
- DUDLEY, D.L. & JUDY, M.H. 1971. Occurrence of larval, juvenile, and mature crabs in the vicinity of Beaufort Inlet, North Carolina. *NOAA Tech. Rep. NMFS/SSRF*, 637: 1-10.
- FARIA, E.; VIEIRA, M.A.P.; AUTRAN, S.M.; DE FARIA, R.J. 1962. **Dicionário Escolar Latino-Português**. Ministério de Educação e Cultura, Brasil, 3ª. ed., 1081 p.
- FAUSTO-FILHO, J. 1966. Primeira contribuição ao inventário dos crustáceos decápodos marinhos do nordeste brasileiro. *Arq. Estac. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceara*, 6(1): 31-37.
- FAUSTO-FILHO, J. 1979. Crustáceos estomatópodos e decápodos dos substratos de areia do nordeste brasileiro. *Arq. Cien. Mar.*, 19(1/2): 45-56.
- FORNERIS, L. 1969. **Fauna bentônica da Baía do Flamengo, Ubatuba. Aspectos ecológicos**. Universidade do Estado de São Paulo (USP), São Paulo, 215 p. (*Tese de Livre-Docência*)
- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L.M.; PINHEIRO, M.A.A. & SANTOS, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do substrato não consolidado da Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Rev. Bras. Biol.*, 52 (4): 667-675.
- FURTADO, V.V. & MAHIQUES, M.M. de 1990. Distribuição de sedimentos em regiões costeiras e plataforma continental norte do Estado de São Paulo. *Resumos do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo*, 1: 20-29.
- GARTH, S.J. & STEPHENSON, W. 1966. **Brachyura of the Pacific Coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae**. Allan Hancock Monographs in Marine Biology. University of Southern California n° 1.1: 154 p. + 12 pl. + 13 tabs.

- GOUVÊA, E.P. 1986. A carcinofauna do litoral arenoso e areno-lodoso de Salvador - BA e áreas adjacentes. *Ciência e Cultura*, 38(5): 875-883.
- HAY, W.P. & SHORE, C.A. 1918. The decapod crustaceans of Beaufort N.C., and the surrounding region. *Bull. U. S. Bur. Fish.*, 35, No. 859: 371-475 + XXXIX pls.
- HILDEBRAND, H.H. 1954. A study of the fauna of the brown shrimp (*Penaeus aztecus*) ground in the western Gulf of Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci.*, 3(2): 233-266.
- JUANICÓ, M. 1978. Ampliación de la distribución geográfica de tres especies de Brachyura (Crustacea: Decapoda) para aguas uruguayas. *Iheringia, Sér. Zool.*, 51: 45-46.
- LEBER, K.M. 1982. Seasonality of macroinvertebrates on a temperate, high wave energy sandy beach. *Bull. Mar. Sci.*, 32(1): 86-98.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1976. O quaternário marinho do Estado de São Paulo. *Resumos do XXIX Congresso Brasileiro de Geologia*, 1: 281-293.
- MELO, G.A.S. 1985. **Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil.** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MUZUSP), São Paulo, 215 p. + 32 figs. + XXVII tabs. (*Tese de Doutorado*).
- MELO, G.A.S.; VELOSO, V.G. & OLIVEIRA, M.C. 1989. A fauna de Brachyura (Crustacea, Decapoda) do litoral do Estado do Paraná. *Neritica*, 4(1/2): 1-31.
- MESQUITA, A.R. de; LEITE, J.B.A. & RIZZO, R. 1979. Contribuição ao estudo das correntes marinhas na plataforma entre Cabo Frio e Cananéia. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 28(2): 95-100.
- MOREIRA, C. 1901. Crustáceos do Brasil. Contribuição para o conhecimento da fauna brasileira. *Arq. Mus. Nac.*, 11: 1-151, 4 pls., 22 figs.
- MOREIRA, P.S.; PAIVA-FILHO, A.M.; OKIDA, C.M.; SCHMIEGELOW, M.M. &

- GIANINNI, R. 1988. Bioecologia de crustáceos decápodos braquiúros, no sistema Baía-Estuário de Santos e São Vicente, SP. 1 - Ocorrência e Composição. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 36(1/2): 55-62.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M.L.; FRANZOZO, A.; PINHEIRO, M.A.A.; MANTELATTO, F.L.M. & SANTOS, S. 1991. Caracterização física e química da Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Rev. Bras. Geoc.*, 21(2): 114-120.
- NEGREIROS-FRANZOZO, M.L.; REIGADA, A.L.D. & FRANZOZO, A. 1992. Braquiúros (Crustacea, Decapoda) dos sedimentos sublitorais da Praia da Enseada, Ubatuba (SP). *B. Inst. Pesca*, 19(único): 17-22.
- NORSE, E.A. 1977. Aspects of the zoogeographic distribution of *Callinectes* (Brachyura: Portunidae). *Bull. Mar. Sci.*, 27(3): 440-447.
- NORSE, E.A. 1978. An experimental gradient analysis: Hiposalinity as an "upstress" distributional determinant for caribbean portunid crabs. *Biol. Bull.*, 155: 586-598.
- PAPAVERO, N. 1983. Rudimentos de Latim, 127-153. In: Papavero, N. (Org.) **Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica: Coleções, Bibliografia, Nomenclatura**. Museu Paraense Emílio Goeldi (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Sociedade Brasileira de Zoologia. Belém, Pará, 252 p.
- PINHEIRO, M.A.A. 1991. **Distribuição e Biologia Populacional de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP.** Universidade Estadual Paulista (UNESP) - IB - Campus de Botucatu, Botucatu, 175 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANZOZO, A. 1993a. Relative growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 65 (3): 377-389.
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANZOZO, A. 1993b. Análise da relação biométrica do peso úmido pela largura da carapaça para o siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea,

Brachyura, Portunidae). *Arq. Biol. Tecnol.*, 36 (2): 331-341.

PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. (1994). Análise do conteúdo estomacal do siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Resumos do VIII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Piracicaba, SP*: 119.

PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. (no prelo, a). Biologia Populacional do Siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae), no litoral de Ubatuba, SP, Brasil. *Iheringia*

PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. (no prelo, b). Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brasil. *Rev. Bras. Biol.*

PITA, J.B.; RODRIGUES, E.S.; GRAGA LOPEZ, R. & COELHO, J.A.P. 1985. Levantamento da Família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura), no complexo baía-estuário de Santos, São Paulo, Brasil. *Boln. Inst. Pesca*, 12(3): 153-162.

RATHBUN, M.J. 1930. The Cancroid of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. *U. S. Nat. Mus. Bull.*, 152: XVI + 609 p., 230 pls.

ROSS, S.T.; McMICHAEL, R.H., Jr. & RUPLE, D.L. 1987. Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macro-invertebrates from a Gulf of Mexico Surf Zone. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 25(4): 391-412.

SAMPAIO, C.M. & FAUSTO-FILHO, J. 1984. Considerações sobre a bioecologia dos crustáceos decápodos da Enseada do Mucuripe (Fortaleza, Ceará, Brasil). *Arq. Ciên. Mar.*, 23: 11-24.

SARTOR, S.M. 1989. **Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda), no litoral norte do Estado de São Paulo.** Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP), São Paulo, 197 p. (*Tese de Doutorado*)

SAWAYA, P. & PEREIRA, R.S. 1946. Nota sobre a ecologia de crustáceos decápodos marinhos

- de São Paulo. *Bol. Fac. Ciênc. Let. USP, Zool*, 11: 383-392.
- ŠTEVCIC, Z. 1971. The main features of brachyuran evolution. *Syst. Zool.*, 20: 331-340.
- STUCK, K.C. & TRUESDALE, F.M. 1988. Larval development of the speckled swimming crab, *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. *Bull. Mar. Sci.*, 42(1): 101-132.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1975. Brazilian Coastline Quaternary formations - The State of São Paulo and Bahia littoral zone evolutive schemes. *International Symposium on Continental Margins of Atlantic Type. São Paulo. An. Acad. Bras. Cienc.* (1976), 48 (suplemento): 325-334.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul-fluminense. *International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. São Paulo. Instituto de Geociências da USP - Sociedade Brasileira de Geologia. Special publication, 1*: 1-55.
- TAISSOUN, N.E. 1973. Biogeografía y ecología de los cangrejos de la Familia Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en la costa atlántica de América. *Bol. Cent. Invest. Biol. Univ. Zulia*, 7: 7-23.
- WADE, B.A. 1967. Studies on the biology of the west indian beach clam, *Donax denticulatus* Linné 1 - Ecology. *Bull. Mar. Sci.*, 17(1): 149-174.
- WARNER, G.F. 1977. **The Biology of Crabs**. Elek Science, London. 202 p.
- WASS, M.L. 1955. The decapod crustaceans of Alligator Harbor and adjacent inshore areas of northwestern, Florida. *Q. J. Fla. Acad. Sci.*, 18(3): 129-176.
- WILLIAMS, A.B. 1978. True crabs. In: FISHER, W. (ed.), **FAO Species Identification Sheets for fishery purposes**. Western Central Atlantic (Fishery Area 31), V. VI.

WILLIAMS, A.B. 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic Coast of the eastern United States, Maine to Florida. Washington, DC, Smithsonian Institution Press. XVIII + 550 p.

CAPÍTULO II

Comportamento reprodutivo de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) em cativeiro

II.1 - Resumo

Poucas têm sido as contribuições referentes às interações comportamentais entre machos e fêmeas de crustáceos decápodos durante a reprodução. Neste sentido, os braquiúros (caranguejos e siris) também carecem de uma abordagem mais completa, o que facilitaria a elucidação do ciclo reprodutivo de maneira mais abrangente. Por este motivo, os objetivos deste capítulo são de descrever as etapas do comportamento reprodutivo de *Arenaeus cribrarius* em cativeiro, além de mensurar a duração média de cada uma. Os exemplares foram capturados com redes de arrasto do tipo "otter-trawl" em Ubatuba, litoral norte paulista, sendo posteriormente mantidos em laboratório em aquários de 100 litros. Procurou-se manter os fatores ambientais, bem como a alimentação dos animais, o mais próximo possível de suas necessidades naturais. Verificou-se que os machos em intermuda exibem uma curiosa corte para fêmeas em pré-muda, a

qual pode aumentar de intensidade quando esta se encontra em seu campo visual. Após selecionada, o macho passa a carregá-la sob si por cerca de 30 dias ("abraço" pré-copulatório) até que esta sofra ecdise. Posteriormente, o macho manipula a fêmea recém-mudada, coloca-a sob si em posição invertida e penetra-a com seu primeiro par de pleópodos (cópula) durante 15 horas em média. Terminada a cópula, o macho volta a carregar a fêmea em muda recente (comportamento similar ao verificado antes da cópula), protegendo-a por mais 30 dias de possíveis predadores ("abraço" pós-copulatório). Da cópula à desova decorrem 57 dias e, entre as desovas, 34 dias. O desenvolvimento embrionário completo dos ovos dura em média 13 dias num temperatura média de $25,0 \pm 2,0$ °C e, após o surgimento do olho larval (estágio intermediário), decorrem aproximadamente 5 dias para a eclosão. Os padrões comportamentais de reprodução de *A. cribrarius* são muito similares àqueles descritos para outros portunídeos, entretanto, verificou-se certa superioridade dos mesmos quanto à duração de sua exibição quando comparados à outras espécies da mesma família.

II.2 - Abstract

The contributions concerning the reproduction behavior between males and females of decapod crustaceans are very scarce. The brachyuran crabs showed a privation in same way that will promote a complete elucidation of the reproductive cycle. For this reason the chapter objectives are to describe the behavior exhibitions of the reproduction of *Arenaeus cribrarius* in captivity, besides to measure the mean duration of each of them. The specimens were captured with otter-trawl in Ubatuba, northern littoral of São Paulo State, Brazil, and maintained in aquarium (100 liters). The environmental factors of the aquarium water, and food for the animals, were conserved near of the natural requirements. Intermolt males showed a curious courtship to premolt females, with a increasing intensity when within each others sight. After selection, the male carried the female under itself during 30 days (precopulation position) up to the time that

her molt occurs (cradle carry position). Afterward the male manipulates the female recently molted, inverts his position under itself and penetrates her with his first pair of pleopods (copulation) by an average time of 15 hours. After copulation the male returns to carry recently molt female protect her from possible predators (postcopulation position). The duration of the copulation to spawning is 57 days (mean) and between spawning 34 days. Total embryonic development of eggs took 13 days (mean) in $25,0 \pm 2,0$ °C and so after 5 days of the appearance of larval eyes the first larval stage hatching. The behavior of the reproduction patterns of *A. cribrarius* is very similar to the ones described for other portunid crabs. The values showed superiority with respect to the duration of the exhibition when compared with other species of same family.

II.3 - Introdução

Na natureza, os casos de animais que apresentam hábitos solitários são raros pois, pelo menos numa única vez em seu ciclo de vida, procuram por um parceiro para se reproduzirem. Mesmo aqueles com reprodução assexuada mantêm relações simbióticas com outras espécies, controlados, muitas vezes, por um intrincado processo comportamental. Este tipo de relação, recebe o jargão etológico de comportamento social, envolvendo dois ou mais animais, os quais interagem por meio de sinais-estímulos (DEAG, 1981).

A importância do estudo do comportamento social, segundo DETHIER & STELLAR (1973), é devida ao fato deste "...proporcionar seu próprio valor adaptativo para o indivíduo e para a espécie, facilitando a reprodução e a criação de jovens, fornecendo prevenção e defesa adicional contra predadores, além de contribuir para a solução de problemas de alimento, água, temperatura e outros desafios do ambiente".

As diversas interações comportamentais entre macho e fêmea durante a reprodução, bem como dos progenitores com seus filhotes, são exemplos típicos de comportamentos sociais. Nestes casos, a comunicação é um fator de grande importância, pois é assim que se processa a aproximação sexual e a formação de casais.

Nos braquiúros, a comunicação durante a época reprodutiva pode ocorrer através de sinais-estímulos de ordem visual, auditiva, química e tátil, os quais, muitas vezes, podem atuar sinergicamente (SASTRY, 1983). Assim, a transmissão de informações sobre a condição interna de determinado espécime pode ser transmitida aos demais indivíduos de uma população, caracterizando assim seu estado hormonal, gonadal ou de muda.

O reconhecimento sexual e os mecanismos desencadeadores da união entre macho e fêmea são essenciais para o sucesso reprodutivo dos crustáceos. Nos caranguejos terrestres e

semi-terrestres, estes geralmente ocorrem por estímulos visuais, tácteis ou acústicos. Este é o caso de *Ocypode saratan*, estudado por LIENHART (1967), *Sesarma curacaoense* e *Sesarma rectum*, por VON HAGEN (1967) *apud* HARTNOLL (1969), e *Uca* spp., analisadas por CRANE (1957) e SALMON & ATSAIDES (1968). As fêmeas de espécies características de habitat aquático, por sua vez, podem se valer da liberação de substâncias químicas (feromônios) associados à urina. Tal fato tem sido constatado para lagostas da espécie *Homarus americanus* por ATEMA & ENGSTROM (1971), ATEMA & GAGOSIAN (1973), ATEMA (1986) E ATEMA & COWAN (1986), bem como para os portunídeos *Carcinus maenas* por EALES (1974), *Portunus sanguinolentus* por RYAN (1966) e *Callinectes sapidus* por GLEENSON (1991), muitas vezes combinados a estímulos visuais e tácteis, assegurando assim a receptividade do parceiro.

Conforme a revisão sobre acasalamento de crustáceos braquiúros realizada por HARTNOLL (1969), observa-se a existência de dois padrões distintos de cópula. No primeiro, característico da maioria dos representantes da família Portunidae e Cancridae (espécies exclusivamente aquáticas), o reconhecimento é feito por meio de estímulos tácteis, visuais e/ou químicos; a corte é prolongada; e a fêmea é copulada logo após a muda. O segundo padrão, por sua vez, é representado principalmente pelas famílias Grapsidae e Ocypodidae (espécies semi-terrestres), onde os estímulos utilizados no reconhecimento são o auditivo e/ou visual; a corte é breve; e as fêmeas geralmente são copuladas em intermuda.

Numa revisão mais recente sobre o assunto, CHRISTY (1987) classificou as associações de cópula de caranguejos braquiúros segundo o modo de competição pelo qual o macho seleciona a fêmea. Os portunídeos e cancrídeos foram classificados novamente num mesmo grupo onde os machos procuram e defendem agressivamente as fêmeas de outros machos. Estes são atraídos por feromônios liberados pela fêmea na água, cuja concentração regula a duração dos comportamentos reprodutivos (principalmente o comportamento

pré-copulatório e pós-copulatório).

Na maioria dos portunídeos e cancrídeos estudados, observa-se que após a corte, o macho se acopla à fêmea em pré-muda (HARTNOLL, 1969). Este comportamento é denominado "abraço" ("*cradle carry position*"), onde o macho carrega a fêmea sob si, mantendo-a com sua carapaça contra seu esterno torácico até que esta sofra ecdise. Logo após a cópula, o macho pode voltar a exibir este mesmo comportamento, posição esta agora denominada "abraço" pós-copulatório.

As análises sobre o comportamento reprodutivo de caranguejos e siris no ambiente natural são comumente escassas na literatura, sendo que a maioria dos artigos trata da descrição do comportamento copulatório principalmente de espécies aquáticas em cativeiro. A duração da exibição dos comportamentos reprodutivos são, do mesmo modo, pouco expressivas na literatura, o que se apresenta como uma importante informação de base para uma análise mais abrangente.

Após a revisão realizada por HARTNOLL (*op. cit.*), alguns artigos vieram a enriquecer os conhecimentos sobre o comportamento dos braquiúros, entre os quais destacam-se: os de WATSON (1970, 1972) sobre o majídeo *Chionoecetes opilio*, FIELDER & EALES (1972), referente ao siri *Portunus pelagicus*, DU PREEZ & MACLACHLAN (1984), relativo a *Ovalipes punctatus*, ELNER *et al.* (1985), a respeito do cancrídeo *Cancer borealis*, DONALDSON & ADAMS (1989) sobre *Chionoecetes bairdi*, PEREZ & BELLWOOD (1989) para *Matuta lunaris* e, mais recentemente, o de PINHEIRO (1993), descrevendo o comportamento copulatório do xantídeo *Panopeus rugosus*.

Depois de ocorrido o reconhecimento sexual, a formação de casais e a cópula, o ciclo reprodutivo é finalizado com uma ou várias oviposturas, assegurando a manutenção dos estoques naturais e a perpetuação da espécie.

Objetivos

Os objetivos deste capítulo são:

- Descrever os comportamentos reprodutivos do siri chita *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), principalmente no que se refere ao acasalamento (corte, formação de casal, cópula, etc.) ou deles resultantes (ovipostura);
- Quando possível, analisar temporalmente cada comportamento;
- Comparar os padrões etológicos e sua respectiva duração com o de outras espécies da família Portunidae, já descritas sobre este aspecto.

Importância

- Apesar de um número significativo de espécies de braquiúros já terem sido descritas quanto ao comportamento reprodutivo, até o momento a espécie em questão mantinha-se desconhecida sobre este assunto. A importância deste estudo poderá ser de grande valia num futuro cultivo desta espécie, viabilizando um manejo mais adequado e otimizando a extração de seus recursos. Além disso, tais resultados combinados com os de outras espécies, poderão ser utilizados como caracteres zoológicos em análises de cunho filogenético-evolutivo, favorecendo, certamente, a elucidação dos diferentes grupos taxonômicos do Subfilo Crustacea.

Hipóteses

- *A. cribrarius* apresenta um padrão similar ao verificado por HARTNOLL (1969) para outras espécies de hábitat exclusivamente aquático, com cópula ocorrendo entre machos em intermuda e fêmeas em pré-muda.

II.4 - Metodologia

Os exemplares de *A. cribrarius* foram capturados com redes de arrasto ("otter-trawl"), tracionadas por um barco camaroneiro, na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo (vide figura 1 do Cap. I).

Posteriormente, estes foram acondicionados em baldes plásticos com tampa, contendo uma camada de 10 cm de areia e água do mar colhidas no local da coleta, sendo transportados sob aeração contínua até o laboratório de Carcinologia I do NEBECC, no Departamento de Zoologia, UNESP - Campus de Botucatu.

Para a descrição do comportamento reprodutivo em cativeiro, foram montados 3 aquários, tendo cada um o volume de 100 litros de água do mar, os quais foram monitorados durante o período de abril/1991 a março/1992. Durante as análises, procurou-se manter os fatores abióticos dos aquários o mais próximo possível do ambiente natural, tomando-se como base os resultados obtidos por PINHEIRO (1991) para uma população desta espécie, conforme segue:

- Sedimento arenoso constituído predominantemente ($\pm 70\%$) pelas frações areia fina ($0,125 - 0,5\text{ mm } \varnothing$) e muito fina ($0,0625 - 0,125\text{ mm } \varnothing$);
- Temperatura mantida entre $25,0 \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, utilizando-se um termostato acoplado a aquecedor;
- Salinidade em torno de $33,0 \pm 2,0\%$, mensurada regularmente com um salinômetro;
- Fotoperíodo natural.

Um filtro externo provido de lã sintética e carvão ativado propiciou a limpeza da água e retirada de compostos orgânicos. Um monitoramento da qualidade da água do mar foi realizado semanalmente com kits próprios para a mensuração da amônia (NH_4), nitrito (NO_2) e potencial

hidrogeniônico (pH). Além disso, observaram-se diariamente mudanças no odor e transparência da água, substituindo-se 50 % de seu volume quando esta mostrou-se turva ou com odor peculiar que caracteriza o excesso de matéria orgânica. A limpeza dos vidros e a troca do material filtrante dos aquários foi realizada quinzenalmente.

Para cada aquário, foram selecionados dois exemplares machos adultos - que segundo PINHEIRO (1991), apresentam largura da carapaça sem os espinhos laterais com tamanho superior a 55,00 mm - e duas fêmeas, sendo uma jovem e outra adulta, diferenciadas facilmente pelo formato do abdome (triangular nas jovens e semi-ovalado nas adultas).

O alimento foi fornecido diariamente, sendo a dieta compreendida principalmente por abdores de camarão, mexilhões na concha ou pequenas porções de peixe, sendo o excedente retirado por sifonação após uma hora.

Com a finalidade de evitar o canibalismo dos animais em intermuda sobre aqueles em pós-muda (muda recente), estes últimos foram separados dos demais por meio de uma divisória com malha de 10 mm entre-nós. A identificação dos indivíduos em pré-muda é relativamente facilitada devido aos crustáceos cessarem sua alimentação alguns dias antes da ecdise (YAMAOKA & SCHEER, 1970; WARNER, 1977; O'HALLORAN & O'DOR, 1988).

Após haver ocorrido a formação de um casal, os demais exemplares do aquário foram retirados, evitando-se assim uma maximização na duração dos comportamentos reprodutivos por interações intraespecíficas (competição, confrontos agonísticos, etc.).

A atividade comportamental dos animais de cada aquário foram observadas no mínimo 6 vezes ao dia a cada duas horas, sendo registrada em fita cassete e, quando possível, fotografada e filmada. Para a determinação da duração das fases comportamentais, a frequência de observação foi aumentada para cada 15 minutos a partir do momento em que a atividade se

iniciava.

Durante o período noturno também foram realizadas observações com a finalidade de se confirmar os comportamentos visualizados durante o dia, empregando-se para isto 4 lâmpadas vermelhas de 40 W cada, devido à reduzida sensibilidade dos braquiúros a este comprimento de onda luminosa (CRONIN, 1986).

II.5 - Resultados

O comportamento reprodutivo de *A. cribrarius* em cativeiro pode ser dividido em três etapas distintas, a saber: 1 – Etapa pré-copulatória; 2 – Etapa copulatória; e 3 – Etapa pós-copulatória.

Na tabela I, pode-se consultar a duração de cada uma das etapas comportamentais da reprodução de *A. cribrarius* em cativeiro, enquanto, nas figuras 1 (A-F) e 2 (A-D), observar a exibição dos principais comportamentos reprodutivos desta espécie.

Etapa pré-copulatória

Consideraram-se integrantes desta etapa os comportamentos reprodutivos resultantes do reconhecimento sexual entre parceiros (não enfocado no presente estudo), a corte e o abraço pré-copulatório. A descrição de cada um, encontra-se a seguir:

CORTE - Por várias vezes este comportamento pôde ser observado em cativeiro, tendo ocorrido sempre na presença de pelo menos uma fêmea no aquário.

Verificou-se uma variação de intensidade na exibição do comportamento de corte, sendo por isso subdividido didaticamente em três fases, aqui denominadas: a – Fase de fraca intensidade (*FFI*); b – Fase de média intensidade (*FMI*); e c – Fase de alta intensidade (*FAl*).

Na *FFI* (Fig. 1-A), o macho estende seus quelípodos em posição frontal, mantendo-os elevados quase que paralelamente em relação ao sedimento; a face ventral do corpo permanece em contato com o substrato ou dele pode se distanciar por poucos milímetros. Tal comportamento ocorreu sempre quando a fêmea se encontrava fora do campo visual do macho (sob o sedimento) não sendo muitas vezes a ela direcionado.

A partir do momento em que a fêmea torna-se visível ao macho, mas cessa sua locomoção, verificou-se a *FMI*. Nesta fase, o macho eleva muito seu corpo do sedimento pela distensão dos 2º, 3º e 4º pares de pereiópodos, os quais são mantidos arqueados. O quinto par de pereiópodos e os quelípodos são elevados paralelamente em relação ao substrato, sendo que os quelípodos agora são distendidos em posição lateral. Este comportamento é direcionado à fêmea quando esta permanece imóvel e se encontra no campo visual do macho (sobre o sedimento).

A *FAI* (Fig. 1-B) é desencadeada quando a fêmea encontra-se no campo visual do macho, logo após o início de sua atividade locomotora (p. ex., quaisquer movimentos realizados pelos maxilípedes, pereiópodos, etc.). Nesta fase os quelípodos do macho são distendidos lateralmente e elevados acima da carapaça, assumindo uma angulação de aproximadamente 30º com relação ao sedimento. Além disso, o animal também eleva o 2º par de pereiópodos afastando-o da areia, enquanto o 5º par assume um ângulo de aproximadamente 45º em relação à carapaça, o qual é agitado vigorosamente nesta ocasião.

Durante a exibição do comportamento de corte, a fêmea às vezes cessa sua atividade locomotora mantendo-se passiva sobre o sedimento. A duração do comportamento de corte nunca ultrapassou os 20 segundos.

ABRAÇO PRÉ-COPULATÓRIO - Este é o comportamento seguinte ao de corte e pode apresentar variações, dependendo da fêmea estar ou não sob o sedimento.

Quando a fêmea se encontra sobre o sedimento, o macho caminha em sua direção com os quelípodos distendidos em posição frontal, segura-a com uma ou ambas as quelas por um dos pereiópodos, imobilizando-a a seguir. Posteriormente, esta é manipulada e posicionada à sua frente, até que seu sentido de orientação ântero-posterior seja o mesmo do macho. Por outro lado, quando a fêmea está sob o sedimento o macho posiciona-se sobre ela acompanhando seu sentido

de orientação ântero-posterior e então coloca seus 2º e 3º pares de pereiópodos sob sua região ventral, flexionando-os como "alavancas" para trazê-la junto de si.

No momento do "abraço", a fêmea submete-se ao macho posicionando seus quelípodos lateralmente, mantendo o dáctilo afastado ao máximo do própodo (quelas abertas). Em resposta, o macho posiciona sua quela (também aberta) ao redor do dáctilo do quelípodo da parceira segurando-o firmemente (Fig. 1-C). Este comportamento, aqui denominado posição de imobilização (*POI*), é mantido por pouco tempo (± 5 segundos), a partir do qual o casal assume a posição de "abraço", permanecendo sobre o sedimento ou se enterrando logo a seguir.

No comportamento pré-copulatório o acoplamento entre macho e fêmea ("abraço" pré-copulatório) o macho se utiliza de seu 2º par de pereiópodos para carregar a fêmea à sua frente (Figs. 1-D e 1-E). Estes são posicionados entre os 1º e 2º pares de pereiópodos da fêmea e flexionados ao redor do 2º par da parceira funcionando como um "gancho" apreensor (Fig. 1-F).

Durante o abraço pré-copulatório, a fêmea é capaz de caminhar com seus apêndices locomotores auxiliando a movimentação do macho, o que diminui e chega a cessar com a proximidade da muda. O casal em pré-cópula mantém o hábito de se enterrar no sedimento arenoso, o que requer uma harmoniosa sincronia de movimentos de ambos os parceiros.

A posição de "abraço" é mantida até pouco antes da fêmea sofrer ecdise, o que ocorre aproximadamente 2 a 3 dias após esta ter cessado sua alimentação.

Etapa copulatória

É representada pela cópula propriamente dita, ocorrendo logo após o comportamento pré-copulatório com a ecdise da fêmea. Durante as análises, foram observados 5 casais em

cópula, que ocorreu sempre no período da madrugada. A seguir, encontram-se respectivamente o tamanho do macho e da fêmea dos casais analisados (largura da carapaça sem os espinhos laterais): Casal 1 (95,9 / 69,1 mm), Casal 2 (95,9 / 52,6 mm), Casal 3 (86,1 / 56 mm), Casal 4 (86,2 / 70,8 mm) e Casal 5 (86,2 / 54,9 mm).

CÓPULA - Durante a cópula, o macho carrega a fêmea em pós-muda em posição invertida, mantendo contato pelo esterno torácico (Figs. 2-A e 2-B). O abdome do macho permanece flexionado em "L" durante a cópula e posiciona-se entre seu 1º par de pleópodos, enquanto o da fêmea recobre-o externamente (Fig. 2-C).

Os pleópodos do macho (1º par) são inseridos em cada um dos gonóporos da fêmea (Fig. 2-D), sendo este e o abdome da fêmea os únicos pontos de sustentação entre o casal. A transferência de gametas masculinos foi constatada pelos movimentos de bombeamento do líquido seminal ("*pumping movements*"), visível na base do 1º par de pleópodos do macho.

Durante a cópula, o casal comumente permanece sobre o sedimento do aquário, apesar de que, em condições de perigo (p. ex., manejo do aquário), o macho enterra completamente a fêmea na areia.

Etapa pós-copulatória

Fazem parte desta etapa o comportamento de abraço pós-copulatório e a ovipostura, os quais são descritos a seguir:

ABRAÇO PÓS-COPULATÓRIO - Este comportamento é idêntico ao descrito na etapa pré-copulatória, diferindo, no entanto, pela fêmea encontrar-se agora em pós-muda.

OVIPOSTURA - A duração média dos comportamentos relacionados à desova das fêmeas de *A. cribrarius* analisadas, encontra-se apresentada na Tabela II.

Depois de copuladas, as fêmeas demoram em média cerca de 57 dias para exteriorizar seus ovos. No entanto, antes da ovipostura (± 3 dias), esta executa uma demorada limpeza em seus somitos abdominais e cerdas pleopodiais, que se repete com frequência durante todo o período de incubação dos ovos. Este comportamento é particularmente visível quando a fêmea se desenterra do sedimento.

Para realizar a postura dos ovos, a fêmea escava uma pequena depressão no sedimento, mantendo-se semi-enterrada sobre ela até exteriorizar toda a massa ovígera. Esta posição é diferente daquela frequentemente verificada quando esta espécie se enterra no sedimento, deixando expostos somente os pedúnculos oculares, antênulas e antenas.

Após exteriorizar os ovos, a fêmea volta a se enterrar completamente conforme anteriormente descrito, passando, algumas vezes, a liberar jatos d'água pelas laterais da carapaça, o que é de fácil constatação pela elevação de grânulos arenosos e formação de marcas arredondadas na superfície do sedimento nestes locais.

Em alguns casos os ovos cessaram seu desenvolvimento embrionário em cativeiro, sendo então perdidos por atrito ou retirados das cerdas pleopodiais pela própria fêmea até sua completa eliminação. Algumas fêmeas apresentaram também problemas na aderência dos ovos às cerdas pleopodiais, os quais eram encontrados em grande número sobre o sedimento do aquário.

Durante todo o período de incubação o abdome apresentou uma curvatura característica, mantida mesmo após a perda total dos ovos, voltando, logo após algum tempo, a se distender novamente sobre o esterno torácico.

Padrões anormais

Um dos casais de *A. cribrarius* utilizados nas análises de comportamento reprodutivo foi excluído da Tabela I, devido ao macho (95,85 mm) selecionar uma fêmea adulta (69,05 mm) ao invés de uma jovem. Tal fêmea sofreu muda (pós-pubertária) passando para outro instar adulto e foi copulada pelo macho, verificando-se uma redução expressiva nos comportamentos pré-copulatório (7 dias), copulatório (8 horas) e pós-copulatório (7 dias).

Num dos aquários uma fêmea jovem sofreu a muda da puberdade e quando colocada na presença de um macho 5 dias após (início da intermuda), ela foi copulada diretamente, não havendo a exibição dos comportamentos de corte e abraço pré-copulatório. Mesmo o abraço pós-copulatório foi interrompido pela própria fêmea, que flexionava e distendia seu 5º par de pereiópodos sobre os quelípodos do macho afastando-o. Combinado a isto, muitas vezes invertia sua posição e, com o auxílio das quelas, pressionava qualquer apêndice locomotor do macho, liberando-se facilmente.

Dinâmica comportamental

Durante as observações realizadas em cativeiro registraram-se fêmeas sofrendo muda e cópula nos meses de abril, agosto e setembro/1991, enquanto que, as desovas, foram frequentes em todos os meses excetuando-se abril/1991 e janeiro/1992 (Fig. 3).

TABELA I - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Duração dos comportamentos reprodutivos (abraço pré-copulatório, cópula e abraço pós-copulatório) de machos adultos em intermuda com fêmeas na muda da puberdade (último instar juvenil para o primeiro instar adulto).

IDENTIFICAÇÃO DO CASAL	ABRAÇO PRÉ-COPULATÓRIO (DIAS)	CÓPULA (HORAS)	ABRAÇO PÓS-COPULATÓRIO (DIAS)
Casal nº. 1	-	15,30	-
Casal nº. 2	24,00	-	-
Casal nº. 3	34,00	24,00	30,00
Casal nº. 4	-	11,30	25,00
	-	19,30	35,00
MÉDIA	29,00	17,50	30,00
DESVIO PADRÃO	7,10	5,40	5,00
MÍNIMO	24,00	11,30	25,00
MÁXIMO	34,00	24,00	35,00

TABELA II - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Duração dos comportamentos (em dias), relacionados à desova de fêmeas copuladas em cativeiro durante o período de estudos.

IDENTIFICAÇÃO DA FÊMEA	Cópula à desova	Limpeza do abdome à desova	Saída de água pelas laterais à desova	Desova à perda dos ovos	Desova à distensão do abdome	Entre desovas	Desova à liberação das zoeas	Ovos em estágio intermediário (olho) à eclosão
Fêmea "a"	-	3	5	6	9	29	-	-
	-	2	4	6	7	29	-	-
	-	-	-	2	10	26	-	-
	-	-	-	9	15	32	-	-
	-	-	-	19	19	37	-	-
Fêmea "b"	51	5	-	6	8	-	-	-
Fêmea "c"	62	-	-	6	9	32	-	-
	-	4	-	6	9	-	-	-
Fêmea "d"	58	2	-	14	16	30	-	-
	-	-	-	15	18	-	-	-
Fêmea "e"	-	-	-	11	18	53	-	-
	-	-	-	9	-	-	-	-
Fêmea "f"	-	-	-	-	-	-	-	7
	-	-	-	-	18	32	16	5
	-	-	-	-	11	37	10	3
	-	2	-	-	-	40	-	-
	-	-	-	6	6	36	-	-
	-	-	-	13	13	27	-	-
	-	-	-	12	12	-	-	-
MÉDIA	57,00	3,00	4,50	9,33	12,38	33,85	13,00	5,00
DESVIO PADRÃO	5,57	1,26	0,71	4,56	4,40	7,13	4,24	2,00
MÍNIMO	51,00	2,00	4,00	2,00	6,00	26,00	10,00	3,00
MÁXIMO	62,00	5,00	5,00	19,00	19,00	53,00	16,00	7,00

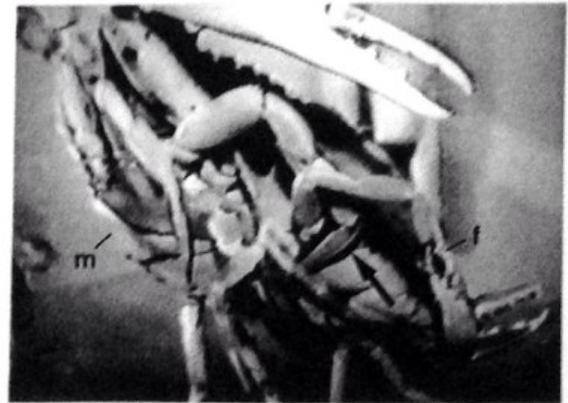
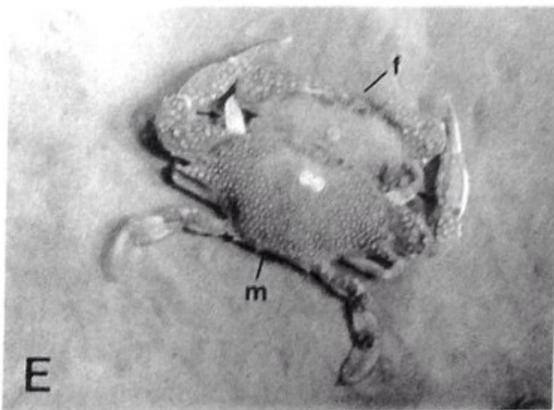
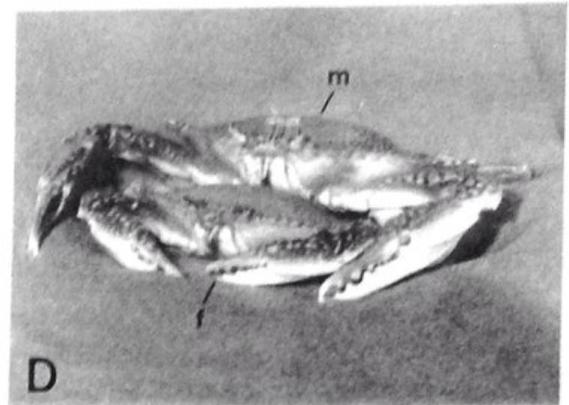
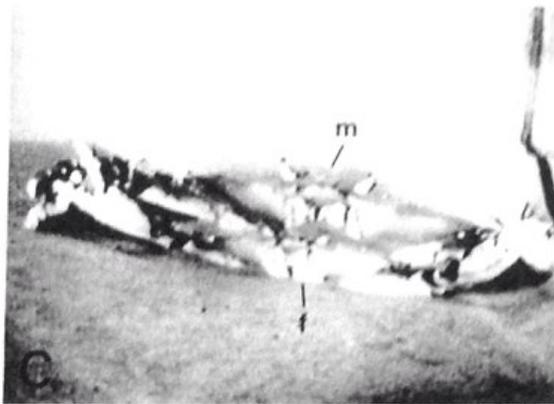
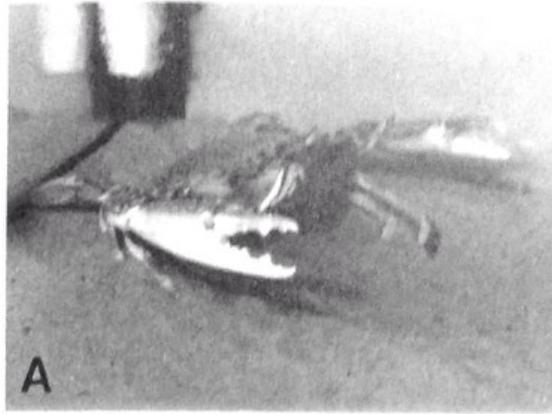


FIGURA 1 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818)*. Registro fotográfico dos comportamentos reprodutivos em cativeiro [A = macho exibindo o comportamento de corte (fase de fraca intensidade, *FFI*); B = macho exibindo o comportamento de corte (fase de alta intensidade, *FAI*); C = macho imobilizando a fêmea para o "abraço" pré-copulatório (posição de imobilização da fêmea, *PIF*); D = casal em "abraço" pré-copulatório (vista frontal), E = casal em "abraço" pós-copulatório (vista superior); F = macho utilizando seu 2º. par de pereiópodos como um "gancho" para segurar a fêmea durante o "abraço"] (f = fêmea; m = macho; → = 2º. par de pereiópodos do macho utilizados na apreensão da fêmea). * As fotos B, C e F foram obtidas a partir de imagens de vídeo.

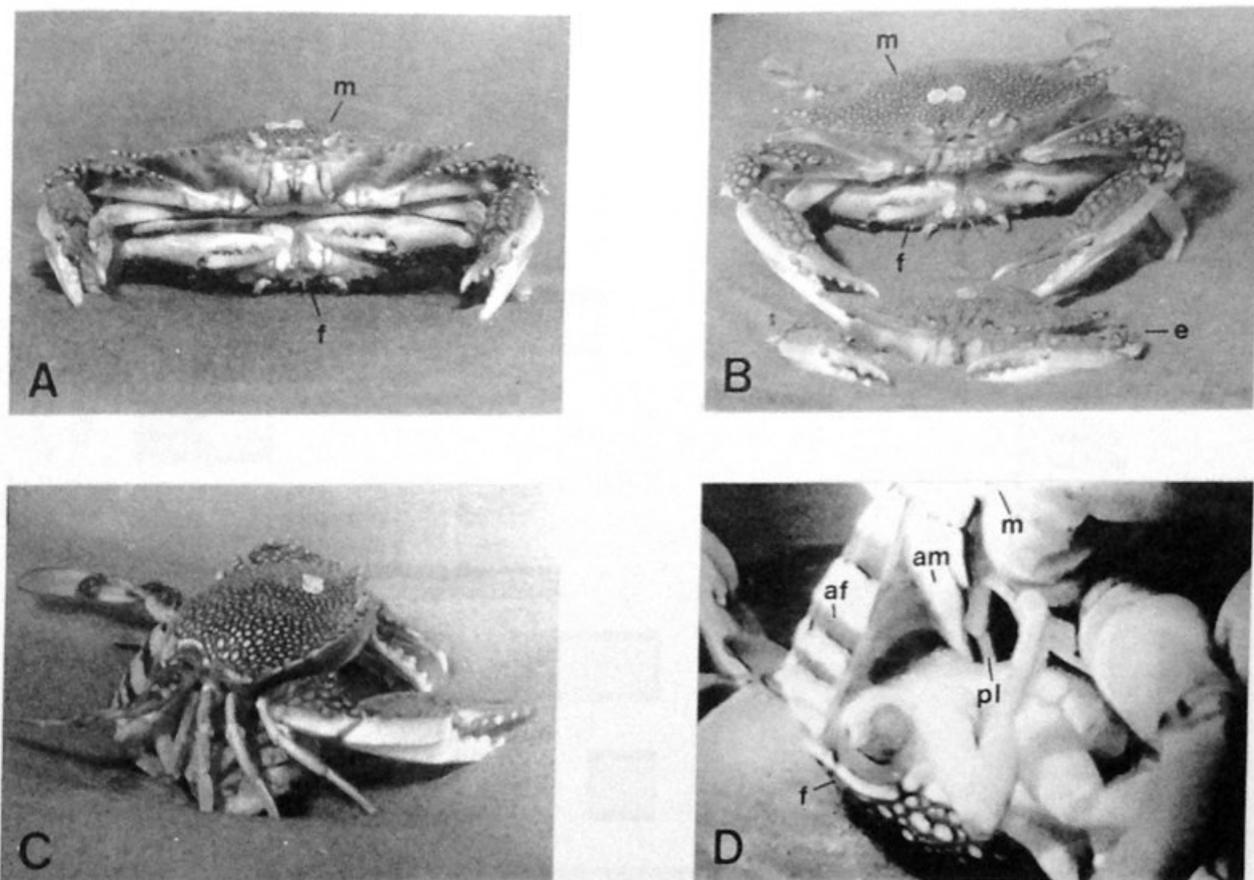


FIGURA 2 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818)*. Registro fotográfico dos comportamentos reprodutivos em cativeiro [A = casal em cópula (vista frontal); B = casal em cópula (o macho ainda manipula a exúvia); C = casal em cópula (verificar a posição do abdome da fêmea recobrando a parte posterior do macho); D = casal em cópula (detalhe mostrando o 1º. par de pleópodos do macho utilizados para a transferência dos espermátóforos)] (am = abdome do macho; af = abdome da fêmea; e = exúvia da fêmea; f = fêmea; m = macho; pl = 1º. par de pleópodos do macho). *A foto D foi obtida a partir de imagem de vídeo.

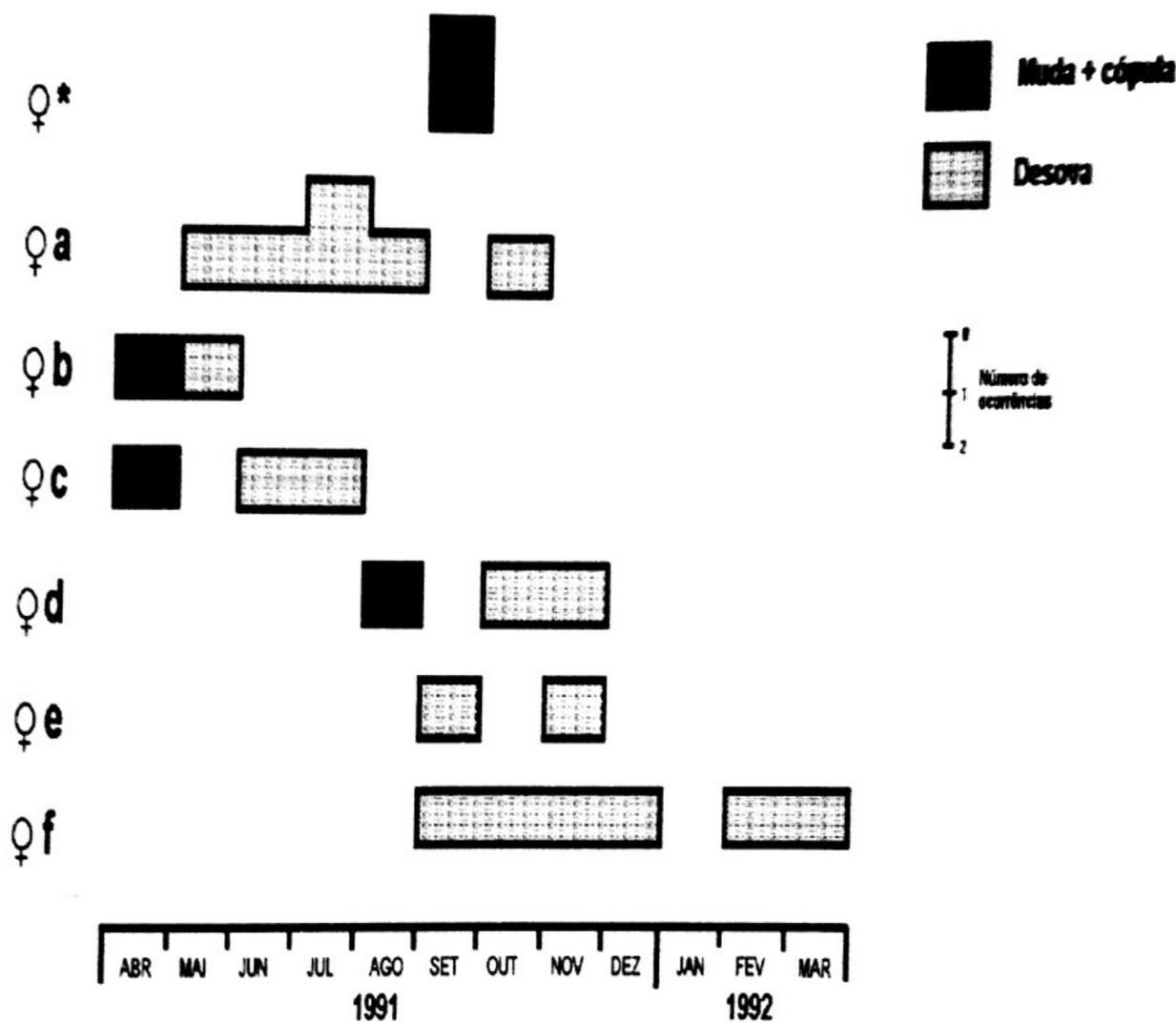


FIGURA 3 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Diagrama da dinâmica dos eventos de muda, cópula e desova das fêmeas utilizadas nas análises comportamentais em cativeiro (* = vide padrões anormais na p. 36)

II.6 - Discussão e conclusões

De modo geral, o comportamento de acasalamento do siri *A. cribrarius* assemelha-se muito ao padrão descrito para a maioria dos braquiúros aquáticos já estudados, envolvendo um macho em intermuda e uma fêmea em pós-muda (HARTNOLL, 1969), confirmando a hipótese inicial.

O processo de acasalamento dos representantes das famílias Portunidae e Cancridae são geralmente mais complexos do que os dos demais braquiúros, apresentando um maior número de etapas e comportamentos que podem se prolongar por vários dias.

Embora o reconhecimento sexual em *A. cribrarius* não tenha sido focado no presente capítulo, as observações realizadas em cativeiro revelam certa influência de estímulos visuais e tácteis entre os parceiros. Segundo os experimentos comportamentais realizados por GLEENSON (1991) com *C. sapidus*, o estímulo feromonal apresenta influência primária sobre a exibição do comportamento de corte, sendo o visual de importância secundária. O próprio comportamento de corte desencadeado pelo macho de *A. cribrarius* na presença da fêmea em pré-muda e sua maior intensidade (*FAI*) quando a fêmea está visível ao macho, corroboram esta afirmação.

Segundo GLEENSON (*op. cit.*), a estrutura sensitiva dos machos de *C. sapidus* responsável pelo reconhecimento do feromônio liberado pela fêmea em pré-muda, são os flagelos distais das antênulas; além disso, a verdadeira "dança" de corte dos machos desta espécie é decorrente de tal influência feromonal, comportamento este similar ao verificado para *A. cribrarius*. É possível que a intensidade do comportamento de corte seja maximizada pelo sinergismo entre o estímulo visual e feromonal, o que necessitaria um delineamento experimental e biotestes apropriados para a verificação de tal hipótese, o que não é o objetivo do presente

capítulo.

Apesar dos estímulos químicos não terem sido testados para a espécie em questão, existem fortes indícios destes estarem associados ao reconhecimento e atração sexual de *A. cribrarius*. A produção de feromônios e sua liberação juntamente com a urina por fêmeas em pré-muda parece ser uma constante para os portunídeos. Dentre as espécies de siris já analisadas, tal aspecto foi constatado para *C. maenas* por VEILLET (1945), *P. sanguinolentus* por RYAN (1966) e *C. sapidus* por GLEENSON *et al.* (1984) e GLEENSON (1991).

Para selecionar a parceira, o macho se vale do comportamento de corte ("dança" do acasalamento), onde distendendo lateralmente seus quelípodos, erguendo seu corpo do sedimento e agitando o quinto par de pereiópodos, exhibe à fêmea um tamanho maior que o seu próprio. Assim, os machos que apresentam quelípodos maiores, bem como um maior tamanho corpóreo (vide Cap. III) são beneficiados perante aqueles de menor tamanho, os quais, geralmente, apresentam quelípodos ainda insuficientes para a manipulação da fêmea durante os comportamentos reprodutivos. Considerando-se os casais de *A. cribrarius* formados em cativeiro, constatou-se que os machos foram sempre maiores que as fêmeas, apresentando uma diferença percentual de 17,42 a 45,17 %, com média de 32,46 %. Tais valores foram similares aos verificados para *Scylla serrata* por HEASMAN *et al.* (1985) e *C. maenas* por CHEUNG (1966), embora existam exceções, como é o caso do siri *P. pelagicus*, onde a fêmea selecionada pode ter tamanho idêntico ou até mesmo maior que o do macho (FIELDER & EALES, 1972).

Além do exposto anteriormente, algumas espécies mostram modificação cromática em seus quelípodos (principalmente na face interna do própodo), os quais assumem uma coloração de tonalidade mais brilhante por ocasião da reprodução (p. ex., *P. sanguinolentus* segundo RYAN, 1967 a). Tal fato não foi facilmente constatado para *A. cribrarius*, talvez em decorrência

de modificações sutis na coloração que ocorrem durante este período.

A grande maioria dos trabalhos consultados não descreve o comportamento de corte, ou quando isto ocorre, o fazem de maneira incompleta ou equivocada. Isto pode ser constatado, por exemplo, no artigo de FIELDER & EALES (1972), onde o abraço pré-copulatório é descrito como o comportamento de corte.

Na posição de "abraço", comumente verificada durante o ciclo reprodutivo da maioria dos braquiúros aquáticos já estudados, o macho assume uma participação ativa, carregando a fêmea em sua frente ou sob si. Apesar disso, essa posição pode apresentar algumas variações interespecíficas quanto ao apêndice utilizado pelo macho na apreensão da fêmea. Em *A. cribrarius*, a posição do "abraço" é similar à descrita por FIELDER & EALES (1972) para *Portunus pelagicus*, onde o macho se utiliza do 2º par de pereiópodos para carregar a fêmea; apesar disso, em outras espécies, os machos podem se utilizar dos quelípodos neste comportamento, como já constatado por GLEENSON (1991) para o siri *C. sapidus* e por SNOW & NEILSEN (1966) e ELNER *et al.* (1985), respectivamente, para *Cancer magister* e *C. borealis*. Diferentemente destas posturas, o siri *Ovalipes punctatus* se utiliza dos 3º e 4º pares de pereiópodos para carregar a fêmea sob si (DU PREEZ & McLACHLAN, 1984), fato este observado também por BAMBER & NAYLOR (1992) para o siri *C. maenas*. Vale ressaltar que a não utilização dos quelípodos pelos machos de *A. cribrarius* para carregar a fêmea durante o "abraço", confere a essa espécie uma vantagem significativa em interações bióticas, visto que dessa forma podem se alimentar e defender a fêmea de possíveis predadores, ou mesmo da competição por outros machos de maneira mais eficaz.

A posição de imobilização da fêmea (POI), verificada no início da exibição do abraço pré-copulatório de *A. cribrarius*, não foi relatada anteriormente para qualquer outra espécie de braquiúro já estudada quanto ao comportamento reprodutivo. O fato da fêmea em pré-muda

posicionar a parte distal de seus quelípodos entre as potentes quelas do macho mostra um nítido aspecto de submissão, visto que, qualquer pressão excessiva por parte do macho, pode inutilizar a nova quela em formação sob o exoesqueleto, comprometendo assim sua alimentação futura.

Quanto à posição de "abraço" em *A. cribrarius*, percebe-se claramente sua maximização com relação aos dados obtidos para outros portunídeos (Tab. III). Devido ao aumento na atividade alimentar do macho este comportamento possivelmente exija um maior gasto energético decorrente do "peso extra" que carrega durante este período, o que é compreensível se for considerada a necessidade do macho em copular com a fêmea logo após a ecdise (exoesqueleto "mole"), bem como a competição com outros machos pela posse da parceira durante o período de acasalamento.

Quando comparada com outras espécies da Família Portunidae a duração da cópula de *A. cribrarius* também mostra-se bem superior, com exceção à verificada por CHURCHILL (1919) para a espécie *C. sapidus* (Tab. III). Apesar disso, uma redução na duração dos comportamentos de "abraço" e cópula foram evidenciados para um único casal de *A. cribrarius*, no qual a fêmea ("b"), diferentemente das demais sofreu ecdise passando de um instar adulto para outro. Tal caso, considerado raro para os portunídeos (OLMI, 1984), corrobora a hipótese de que a muda da puberdade das fêmeas de *A. cribrarius* não seja a terminal (vide Cap. IV), como já observado para outras espécies das famílias Portunidae e Cancridae (HARTNOLL, 1969). Resultados similares foram encontrados por TRUITT (*in* HARD, 1942) onde declara que as fêmeas de *C. sapidus*, não copuladas durante a muda puberal, podem sofrer uma muda subsequente. Por este motivo GLEENSON (1991) menciona em seu artigo haver uma íntima relação entre o fenômeno da cópula e a aneecdise terminal, merecendo estudos mais aprofundados. Além disso, tais estudos seriam bem vindos pois, segundo HARTNOLL (*op. cit.*), a cópula envolvendo o macho em intermuda com fêmea em pós-muda é considerada primitiva quando comparada àquela dos caranguejos semi-terrestres onde ambos os parceiros encontram-se

em intermuda.

A ausência de exibição dos comportamentos preliminares à cópula (corte e "abraço" pré-copulatório) para a fêmea de *A. cribrarius* copulada no início da intermuda pode ser decorrente da redução na liberação de feromônios com a urina, como já verificado anteriormente nos experimentos realizados para o siri *C. sapidus* (GLEENSON, 1991). Embora cópulas "anormais" como estas já tenham sido reportadas anteriormente, para *Portunus pelagicus* por VERWEY (1930) *apud* BROEKHUYSEN (1936), nada é mencionado sobre seu sucesso (fecundação da massa ovígera). Para *A. cribrarius*, tal desova não mostrou-se viável, sendo perdida alguns dias após sua exteriorização nas cerdas pleopodiais.

Revedo a bibliografia, um outro aspecto muito interessante foi a variação na sustentação que o macho fornece à fêmea durante a cópula. A espécie em questão sustenta a fêmea somente com o auxílio do primeiro par de pleópodos, de modo distinto de outros siris que se valem do auxílio dos pereiópodos. Os machos do portunídeo *O. punctatus*, por exemplo, se utilizam dos 3º e 4º pares de pereiópodos para essa finalidade (DU PREEZ & McLACHLAN, 1984).

O ciclo reprodutivo do siri *A. cribrarius* pode ser considerado rápido durando cerca de 2 meses da cópula à primeira desova, similarmente ao de outros portunídeos já estudados, tais como *C. sapidus* conforme CHURCHILL (1919), VAN ENGEL (1958) e MILLIKIN & WILLIAMS (1984), *C. maenas* segundo BROEKHUYSEN (1936), e *P. sanguinolentus* de acordo com RYAN (1967 b).

Segundo os dados obtidos no presente capítulo, verificou-se que o siri chita pode desovar duas ou mais vezes utilizando os espermatozóides de uma mesma cópula. Tal aspecto pôde ser verificado com os dados registrados para a fêmea "f" (Tab. II), cuja suposta primeira desova (ocorrida na natureza), e outras duas subseqüentes (ocorridas em cativeiro), finalizaram

com a obtenção de larvas. Posteriormente, mais 3 desovas foram registradas embora não tenham sido viáveis talvez devido ao esgotamento dos espermatozoides na espermateca da fêmea ou às condições artificiais impostas pelo cativeiro. No trabalho realizado por PINHEIRO (1991), por exemplo, verificou-se no ambiente natural indícios de que as fêmeas desta espécie selecionem um sedimento arenoso mais grosso para desovarem. Por este motivo, experimentos que visem analisar a importância da composição granulométrica do sedimento na desova seriam de suma importância para a elucidação deste aspecto.

O fato das fêmeas desovarem mais do que uma vez após copuladas indica que o período reprodutivo de *A. cribrarius* seja do tipo contínuo, como pode ser observado na figura 3 e nos dados obtidos por PINHEIRO & FRANSOZO (1994) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP.

Outro aspecto interessante foi que mesmo após a perda dos ovos, o abdome ainda mantém-se curvo, voltando à posição normal (distendida sobre os esternitos torácicos) após decorrido aproximadamente o mesmo tempo que eles levariam para eclodir (vide Tab. II). Este fenômeno foi também verificado para o siri *P. sanguinolentus* por RYAN (1967 b), durando 9,3 dias em média, tempo este muito similar ao verificado no ambiente natural em condições térmicas similares.

Durante a desova, e no decorrer do desenvolvimento embrionário, é muito comum a fêmea liberar "jatos d'água" pelas laterais da carapaça, possivelmente decorrentes de uma inversão na corrente respiratória. Este mecanismo possivelmente possibilite uma aeração mais eficaz dos ovos, o que seria especialmente interessante para esta espécie, que passa por períodos prolongados de tempo sob o sedimento.

Uma consorciação das observações comportamentais da reprodução de *A. cribrarius* em cativeiro com o estudo de seus aspectos biológicos em campo poderão vir a corroborar na elucidação do ciclo reprodutivo, possibilitando, assim, uma visão mais holística deste fenômeno.

TABELA III - Duração do abraço pré-copulatório, cópula e abraço pós-copulatório das espécies de portunídeos estudadas até o presente momento.

ESPÉCIE	AUTOR/ANO	ABRAÇO PRÉ-COPULATÓRIO	CÓPULA	ABRAÇO PÓS-COPULATÓRIO
<i>Callinectes sapidus</i>	CHURCHILL (1919)	-	1 - 2 dias	-
	GLEENSON (1991)	10 dias	5 - 12 h	-
<i>Carcinus maenas</i>	CHEUNG (1966)	-	7,5 h	-
	BERRIL & ARSENAULT (1982)	2 - 16 dias	1 - 3,5 dias	1 - 3,5 dias
<i>Portunus sanguinolentus</i>	RYAN (1967 c)	-	3,5 - 4,5 h	-
<i>Portunus pelagicus</i>	FIELDER & EALES (1972)	1,5 - 4 dias	4 - 7 h	24 h
<i>Ovalipes punctatus</i>	DU PREEZ & McLACHALAN (1984)	10 - 20 s	-	12 h
<i>Arenaeus cribrarius</i>	PRESENTE ESTUDO	29 dias	17,5 h	30 dias

II.7 - Referências bibliográficas

- ATEMA, J. 1986. Review of sexual selection and chemical communication in the lobster, *Homarus americanus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 2283-2290.
- ATEMA, J. & ENGSTROM, D.G. 1971. Sex feromone in the lobster *Homarus americanus*. *Nature*, 232: 261-263.
- ATEMA, J. & GAGOSIAN, R.B. 1973. Behavioral responses of male lobsters to ecdysones. *Mar. Behav. Physiol.*, 2: 15-20.
- ATEMA, J. & COWAN, D.F. 1986. Sex-identifying urine and molt signals in lobster (*Homarus americanus*). *J. Chem. Ecol.*, 12 (11): 2065-2079.
- BAMBER, S. & NAYLOR, E. -D. 1992. The role of a putative female sex pheromone in the mating behaviour of the common shore crab. *Résumés de la Première Conférence Européenne sur les Crustacés, Paris - France*: 9 (errata).
- BERRIL, M. & ARSENAULT, M. 1982. Mating behavior of the green shore crab *Carcinus maenas*. *Bull. Mar. Sci.*, 32(2): 632-638.
- BROEKHUYSEN, G.J., Jr. 1936. On development, growth and distribution of *Carcinides maenas* (L.). *Arch. Neerl. Zool.*, 2: 257-399.
- CHEUNG, T.S. 1966. An observed act of copulation in the shore crab, *Carcinus maenas* (L.). *Crustaceana*, 11: 107-108.
- CHRISTY, J.H. 1987. Competitive mating, mate choice and mating associations of brachyuran crabs. *Bull. Mar. Sci.*, 41(2): 177-191.
- CHURCHILL, E.P., Jr. 1919. Life history of the blue crab. *Bull. U. S. Bur. Fish.*, 36: 93-128.

- CRANE, J. 1957. Basic patterns of display in fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*). *Zoologica*, 42: 69-82.
- CRONIN, T.W. 1986. Photoreception in marine invertebrates. *Amer. Zool.*, 26: 403-415.
- DEAG, J.M. 1981. **O comportamento social dos animais**. E.P.U./EDUSP, São Paulo, 118 p.
- DETHIER, V.G. & STELLAR, E. 1973. **Comportamento animal**. Ed. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 151 p.
- DONALDSON, W.E. & ADAMS, A.E. 1989. Ethogram of behavior with emphasis on mating for tanner crab *Chionoecetes bairdi* Rathbun. *Journal of Crustacean Biology*, 9 (1): 37-53.
- DU PREEZ, H.H. & McLACHLAN, A. 1984. Biology of the three spot swimming crab *Ovalipes punctatus* (De Haan). III. Reproduction, fecundity and egg development. *Crustaceana*, 47 (3): 285-297.
- EALLES, A.J. 1974. Sex pheromone in the shore crab *Carcinus maenas* and the site of its release from females. *Mar. Behav. Physiol.*, 2: 345-355.
- ELNER, R.W.; GASS, C.A. & CAMPBELL, A. 1985. Mating behaviour of the johan crab, *Cancer borealis* Stimpson (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 48: 34-39.
- FIELDER, D.R. & EALLES, A.J. 1972. Observations on courtship, mating and sexual maturity in *Portunus pelagicus* (L., 1766) (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *J. Nat. Hist.*, 6 (3): 273-277.
- GLEENSON, R.A. 1991. Intrinsic factors mediating pheromone communication in the blue crab, *Callinectes sapidus*, 17-32. In: BAUER, R.T. & MARTIN, J.W. (ed.), **Crustacean Sexual Biology** Columbia University Press, New York, 355 p.
- GLEENSON, R.A.; ADAMS, M.A. & SMITH III, A.B. 1984. Characterization of a sex pheromone in the blue crab, *Callinectes sapidus*: Crustecdysone studies. *J. Chem. Ecol.*,

10: 913-921.

- HARD, W.L. 1942. Ovarian growth and ovulation in the mature blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. *Chesapeake Biol. Lab.*, Solomons, Md., publ. no. 46. (apud GLEENSON, 1991)
- HARTNOLL, R.G. 1969. Mating in the Brachyura. *Crustaceana*, 16: 161-181.
- HEASMAN, M.P.; FIELDER, D.R. & SHEPHERD, R.K. 1985. Mating and spawning in the mudcrab *Scylla serrata* (Forskall) (Decapoda, Portunidae), in Moreton Bay, Queensland. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 36: 773-783.
- LISENMAIR, K.E. 1967. Konstruktion und signalfunktion der sandpyramide der Reiterkrabbe *Ocypode saratan* Forsk (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Z. Tierpsychol.*, 24: 403-456.
- MILLIKIN, M.R. & WILLIAMS, A.B. 1984. Synopsis of biological data on the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. *NOAA Technical Report NMFS 1*, 138: 1-39.
- OLMI, E.J. 1984. An adult female blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun (Decapoda, Portunidae), in proecdysis. *Crustaceana*, 46 (1): 107-109.
- O' HALLORAN, M.J. & O' DOR, R.K. 1988. Molt cycle of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, from observations of external features, setal changes, and feeding behavior. *J. Crust. Biol.*, 8 (2): 164-176.
- PEREZ, O.S. & BELLWOOD, D.R. 1989. Observations on the mating behaviour of the indo-pacific sandy shore crab *Matuta lunaris* (Fosrkal), with notes on the reproductive behaviour of the Matutinae (Decapoda, Brachyura, Calappidae). *Crustaceana*, 57 (1): 1-8.
- PINHEIRO, M.A.A. 1991. **Distribuição e Biologia Populacional de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP.** Universidade Estadual Paulista (UNESP) - IB - Campus de Botucatu, 175 p. (Dissertação de Mestrado)

- PINHEIRO, M.A.A. 1993. Comportamento copulatório de *Panopeus rugosus* A.M. Edwards, 1880 (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) em cativeiro. *Biotemas*, 6 (1): 115-120.
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. 1994. Dinâmica reprodutiva do siri chita *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Resumos do II Congresso de Ecologia do Brasil*, Londrina, PR, 2: 399.
- RYAN, E.P. 1966. Pheromone: Evidence in a decapod crustacean. *Science*, 151: 340-341.
- RYAN, E.P. 1967a. The morphometry of sexually mature instars in the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). *Proc. Symp. Crustacea*, 1965, Ser. 2, Part II: 715-723 + I Plt.
- RYAN, E.P. 1967b. Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). II. The female system. *Proc. Symp. Crustacea*, 1965, Ser. 2, Part II: 522-544 + III Plts.
- RYAN, E.P. 1967c. Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). I. The Male system. *Proc. Symp. Crustacea*, 1965, Ser. 2, Part II: 506-521 + III Plts.
- SALMON, M. & ATSAIDES, S. 1968. Visual and acoustic signalling during courtship of fiddler crabs (genus *Uca*). *Am. Zool.*, 8: 623-639.
- SASTRY, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction, 179-270. In: VERNBERG, F.J. & VERNBERG, W.B. (ed.), **The Biology of Crustacea. Environmental adaptations**. New York, Academic Press, inc V.8, 383 p.
- SNOW, C.D. & NEILSEN, J.R. 1966. Premating and mating behavior of the dungness crab (*Cancer magister*, Dana). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23 (9): 1319-1323.
- VAN ENGEL, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 1. Reproduction, early development, growth, and migration. *Commer. Fish. Rev.*, 20 (6):

6-17.

- VEILLET, A. 1945. Recherches sur le parasitisme des crabes et des Galathées par les Rhizocéphales et les Épicarides. *Ann. Inst. Oceanogr.*, 22: 193-341.
- VERWEY, J. 1930. Einges uber die Biologie Ost-Indischer Mangrovenkrabben. *Treubia*, 12: 167-261. (*apud* BROEKHUYSEN, 1936)
- VON HAGEN, H.O. 1967. Klopfsignale auch bei Grapsiden (Decapoda, Brachyura). *Naturwissenschaften*, 54: 177-178.
- YAMAOKA, L.H. & SCHEER, B.T. 1970. Chemistry of growth and development in crustaceans, 321-341. *In*: FLORKIN, M. & SCHEER, B.T., (ed.), **Chemical Zoology. Arthropoda Part A**. New York, Academic Press, inc. V. 5.
- WARNER, G.F. 1977. **The Biology of Crabs**. Elek Science London, 202 p.
- WATSON, J. 1970. Maturity, mating, and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27: 1607-1616.
- WATSON, J. 1972. Mating behavior in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29: 447-449.

CAPÍTULO III

Maturidade sexual do siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) no litoral norte paulista

III.1 - Resumo

A estimativa do tamanho na maturidade sexual dos crustáceos decápodos constitui-se num fator de suma importância para as espécies utilizadas como alimento, propiciando a preservação de seus estoques populacionais. Os objetivos deste capítulo são de estudar a maturidade morfológica e fisiológica de *Arenaeus cribrarius*, verificando uma possível sincronia entre seus valores, além de determinar o tamanho na maturidade funcional. Os animais foram capturados mensalmente em Ubatuba, SP, Brasil, durante dois anos (maio/1991 a abril/1993), com redes de arrasto do tipo "otter-trawl". Para aumentar o número de indivíduos foram utilizados 403 (189 machos e 214 fêmeas) da mesma região, totalizando 2.356 (977 machos e 1.379 fêmeas). Os animais foram mensurados com um paquímetro na carapaça (maior largura sem espinhos = LC), quelípodos (comprimento do própodo = CP) e abdome (maior largura do 5º somito = LA). As relações CP x LC (machos) e LA x LC (fêmeas) foram analisadas pelo

programa MATURE, determinando-se os animais morfologicamente aptos à reprodução. Cada indivíduo foi ainda caracterizado quanto à coloração e tamanho de sua gônada, para confecção da curva de maturidade fisiológica e determinação do tamanho no seu início ($LC_{50\%}$). Para os machos o início da maturidade morfológica ($LC = 52,00$ mm) foi anterior ao da fisiológica ($LC = 63,40$ mm), enquanto que, para as fêmeas, os valores obtidos foram sincrônicos ($LC = 59,70$ mm). O início da maturidade funcional de *A. cribrarius* ocorre com $LC = 63,40$ e $59,70$ mm, respectivamente para machos e fêmeas, indicando um tamanho superior a $LC = 64,00$ mm para fins pesqueiros. Estes resultados mostram a importância da consorciação de estudos macro e/ou microscópicos das gônadas com aqueles realizados com base em análises macroscópicas, devido aos valores obtidos muitas vezes não serem coincidentes.

III.2 - Abstract

Sexual mature decapod crustaceans estimated size is a very important factor for the edible species in order to preserve its population stocks. This chapter objectives are to study the morphological and physiological maturity of *Arenaeus cribrarius*, seeking for a possible synchrony, besides to determine the male and female functional maturity size. The animals were captured monthly in Ubatuba, SP, Brazil, during a period of two years (May/1991 to April/1993), with otter-trawls. To increase the number of specimens there were used 403 (189 males and 214 females) from the same region, totaling 2,356 (977 males and 1,379 females). The animals were measured with a caliper in the carapace (major width without spines = LC), queliped (propod length = CP) and abdomen (width of the 5th somite = LA). Relationship between CP x LC (for males) and LA x LC (for females) were analyzed by the MATURE computer program, determining the reproduction morphologically able animals. Each individual has been characterized by gonad stage (coloration and size) and the data were used to set up a physiological maturity curve and the determination of its beginning point ($LC_{50\%}$). To the males morphological maturity beginning ($LC = 52.00$ mm) was found to be anterior to the

physiological maturity (LC = 63.40 mm), while for the females a synchronism has been detected (LC = 69.70 mm). The beginning of the functional maturity for *A. cribrarius* occurs within LC = 63.40 and 59.70 mm for the males and females respectively, showing a size larger than that for fishing purposes (LC = 64.00 mm). These results showed the importance of the vinculation of gonads macro and/or microscopic studies with maturity morphological analyzes, due to the analysed values are not always coincident.

III.3 - Introdução

A estimativa do tamanho na maturidade sexual, constitui-se numa das informações de suma importância no estudo de populações biológicas, principalmente quando a espécie enfocada apresenta importância alimentar. Somente a partir de sua determinação, um controle pesqueiro mais eficaz pode ser implantado, possibilitando, desta forma, um manejo populacional mais adequado e, conseqüentemente, a preservação destes estoques naturais para as gerações futuras.

Grande parte dos artigos que versam sobre a maturidade referem-se à espécies pertencentes à Classe Pisces, dentre os quais merecem destaque aqueles realizados por VAZZOLER (1962), NASCIMENTO & PERET (1986) e ZANIBONI-FILHO (1986). Dentre outros animais, os crustáceos também têm sido analisados neste sentido, cuja maior ênfase, à semelhança dos peixes, é direcionada às espécies com potencial pesqueiro, seja ele intensivo ou artesanal, como ocorre com os camarões (CROCOS & KERR, 1983; DAILEY & RALSTON, 1986; CROCOS, 1987; EL HADY *et al.*, 1990) e lagostas (KROUSE, 1973; GREY, 1979; MACDIARMID, 1989). Nos últimos anos, devido à intensificação da pesca e consumo crescente de algumas espécies de braquiúros (caranguejos e siris), percebe-se um incremento de artigos sobre este assunto, principalmente quando se faz alusão aos representantes das famílias Portunidae (LEWIS, 1977; CHOY, 1988; PRASAD & NEELAKANTAN, 1990; HAEFNER, 1990; BRANCO & THIEVES, 1991; SANTOS, 1994) e Majidae (WATSON, 1970; BROWN & POWELL, 1972; CONAN & COMEAU, 1986).

O início da maturidade sexual pode variar de forma considerável a nível inter ou intraespecífico, estando, geralmente, relacionado a determinado tamanho individual (FONTELES-FILHO, 1989). Assim, a necessidade de se estimar uma medida representativa do tamanho com que pelo menos metade da população de uma espécie esteja potencialmente apta à

reprodução, é de grande importância biológica.

A análise da maturidade sexual é comumente realizada pelo exame macroscópico e/ou histológico das gônadas, relacionando-se, para cada sexo, seu estágio de maturação com o tamanho do indivíduo. Para os crustáceos braquiúros, costuma-se utilizar a largura da carapaça como representativa do tamanho do animal, e a análise da maturidade, quando abordada a nível gonadal, é costumeiramente denominada de maturidade fisiológica (CAMPBELL & EAGLES, 1983; CONAN & COMEAU, 1986; FONTELES-FILHO, 1989).

Outra particularidade dos crustáceos é decorrente de seu crescimento ontogenético ser marcado por fases nitidamente distintas, o que, muitas vezes, pode-se verificar a nível morfológico. Na transição entre elas, certos somitos crescem diferencialmente quando relacionados à determinada dimensão cefalotorácica, sendo tais relações morfométricas analisadas em estudos de crescimento relativo. Apesar dos primeiros artigos publicados sobre este assunto remontarem à década de 20 (HUXLEY, 1924 e 1927), só recentemente os estudos realizados pelo carcinólogo HARTNOLL (1974, 1978 e 1982), elucidaram padrões distintos de crescimento para cada fase do desenvolvimento pós-embriônico dos crustáceos. Dentre as três fases descritas (larval, juvenil e adulta), a muda transicional do último estágio juvenil para o primeiro adulto (muda da puberdade) caracteriza-se por ser a mais importante, devido ao fato de com ela surgirem determinados caracteres sexuais secundários.

Com relação aos braquiúros, os caracteres sexuais secundários dos machos que apresentam-se de grande importância são: a liberação dos somitos abdominais dos esternitos torácicos (com conseqüente liberação dos pleópodos copulatórios) (GUINOT, 1979), o crescimento exacerbado de certos somitos dos quelípodos (principalmente o própodo) (HARTNOLL, 1982; PINHEIRO & FRANSOZO, 1993), além da intensificação na coloração do própodo e dactilo quelares em algumas espécies (HOPKINS, 1963; RYAN, 1967). Com a muda

da puberdade, as fêmeas dos braquiúros apresentam grande modificação na morfologia abdominal, em virtude do crescimento alométrico positivo de certos somitos (principalmente o 5° e o 6°), além dos gonóporos que em algumas espécies se abrem para o meio externo somente nesta ocasião.

Pelo exposto anteriormente, a maturidade sexual nos crustáceos também pode ser estimada a nível morfológico, baseando-se na análise de algumas relações biométricas, utilizando-se como variável dependente determinada dimensão do própodo quelar (machos) e de certos somitos abdominais (fêmeas), contrastando-os com uma medida do cefalotórax representativa do tamanho corpóreo (variável independente).

A inspeção gráfica das relações anteriormente citadas pode dar uma tênue idéia do intervalo de tamanho no qual a maturidade sexual ocorre. No entanto, preocupados com a grande imprecisão deste método na estimativa da maturidade, SOMERTON (1980) e SOMERTON & MACINTOSH (1983), propuseram dois programas de computador compilados em linguagem Fortran (respectivamente *Mature 1* e *Mature 2*), para uma estimativa mais fidedigna do tamanho no início da maturidade morfológica dos crustáceos.

"Haverá uma sincronia entre a maturidade morfológica e fisiológica nos crustáceos? Com que tamanho determinada espécie pode ser considerada funcionalmente matura para a reprodução?". Embora tais perguntas venham sendo formuladas por alguns carcinólogos com certa freqüência, tais fenômenos reprodutivos não foram ainda devidamente esclarecidos. Algumas informações esparsas podem ser encontradas neste sentido (CONAN & COMEAU, 1986; ENNIS *et al.*, 1988), as quais são ainda insuficientes para responder satisfatoriamente a estas questões.

Objetivos

Os objetivos do presente capítulo são:

- Estimar o tamanho da primeira maturação para machos e fêmeas do siri *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), na região de Ubatuba, litoral norte paulista, a nível morfológico e fisiológico;
- Comparar os tamanhos com que os machos e fêmeas desta espécie iniciam a maturidade sexual, verificando-se a existência de uma sincronia entre a maturidade morfológica e a fisiológica;
- Estabelecer com que tamanho os machos e fêmeas da espécie em questão encontram-se aptos morfológica e fisiologicamente para a reprodução (maturidade funcional);
- Analisar comparativamente os resultados obtidos com o de outras espécies da Família Portunidae já estudadas quanto à maturidade sexual.

Importância

- Até o momento não se conhecem dados sobre a maturidade sexual do siri *A. cribrarius*, cuja pesca, ainda que artesanal, ocorre em diversas regiões brasileiras. O estabelecimento de um tamanho mínimo de captura regulamentado a nível pesqueiro, poderá, num futuro próximo, ser de grande auxílio para o manejo populacional desta espécie na natureza ou em cativeiro, mantendo tais estoques disponíveis para as próximas gerações.

Hipóteses

- Ocorre uma assincronia entre a maturidade morfológica e a fisiológica em ambos os sexos de *A. cribrarius*, mostrando uma antecipação da maturidade morfológica;

- Os machos de *A. cribrarius* atingem a maturidade funcional em sincronia com a das fêmeas.

III.4 – Metodologia

Os exemplares de *A. cribrarius* foram coletados mensalmente durante um período bianual (maio/1991 a abril/1993), no município de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, entre as latitudes 23° 25' 00'' S – 23° 35' 00'' S e longitudes 45° 00' 00'' W – 45° 12' 00'' W. O instrumento de captura utilizado nas amostragens foi uma rede de arrasto do tipo "otter-trawl", com malha de 15 mm entre-nós, tracionadas por um barco camaroneiro.

Visando-se ampliar o tamanho amostral, foram acrescentados às análises um total de 403 exemplares, representados por 189 machos (76 jovens e 113 adultos) e 214 fêmeas (84 jovens e 130 adultas), coletados mensalmente na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP, durante o período de novembro/1988 a outubro/1989.

Após a captura, os siris da espécie *A. cribrarius* foram mantidos em caixas térmicas com gelo picado até sua chegada ao cais de Ubatuba, onde foram acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados. A seguir, o material foi colocado num congelador, até seu transporte para o Laboratório de Carcinologia II do NEBECC, no Departamento de Zoologia, IB, UNESP, Campus de Botucatu, onde permaneceram sob congelamento (-10,0 °C) até o momento das análises.

Maturidade morfológica

Cada exemplar foi sexado e discriminado quanto à fase de desenvolvimento (jovem ou adulto), pelo formato do abdome (triangular nas fêmeas jovens, semi-ovalado nas fêmeas adultas; e em forma semelhante a um "T" invertido nos machos jovens e adultos) (Fig. 1). No caso dos machos, verificou-se também a aderência do abdome aos esternitos torácicos (fusionado apenas nos jovens), conforme metodologia utilizada para portunídeos do gênero *Callinectes* por VAN ENGEL (1958) e TAISSOUN (1970), válida para a espécie em questão.

Posteriormente, cada animal teve sua largura da carapaça mensurada sem os espinhos laterais (LC), sendo esta dimensão representativa do tamanho corpóreo (variável independente). Os exemplares machos tiveram ainda mensurado o comprimento do própodo da quela maior (CP), e as fêmeas, a largura do 5º somito abdominal (LA), dimensões estas utilizadas como variável dependente (Fig. 2). As medidas foram tomadas com um paquímetro de precisão 0,05 mm, sendo descartados das análises os exemplares que possuíam tais estruturas danificadas, com regeneração incompleta ou defeitos de formação.

A maturidade morfológica de *A. cribrarius* foi analisada com base nas relações biométricas CP x LC e LA x LC, respectivamente para os machos e fêmeas, conforme recomendado para esta espécie por PINHEIRO & FRANZOZO (1993).

Após confeccionados os diagramas de dispersão para as relações anteriormente citadas, a função potência ($y = a \cdot x^b$) foi ajustada aos dados de cada fase de desenvolvimento (jovem e adulta), para análise do crescimento relativo. O conhecimento prévio da constante de crescimento alométrico ("b" da função potência), para as fases de cada sexo, auxilia na determinação do padrão de crescimento dos machos e fêmeas da espécie enfocada (SOMERTON, 1980) (Fig. 3). De posse destes resultados, o programa mais indicado para as análises (*Mature 1* ou *Mature 2*) foi eleito e, posteriormente, os dados foram a ele submetidos.

No primeiro padrão descrito por SOMERTON (*op. cit.*) (Fig. 3-A), todos os indivíduos tornam-se maturos com um mesmo tamanho ("x") e as duas linhas fases se interceptam neste ponto. No entanto, próximo a esse tamanho, os jovens e adultos apresentam diferenças no crescimento relativo, não sendo possível determiná-lo por simples inspeção gráfica. No segundo padrão (Fig. 3-B), percebe-se uma variação de tamanho na maturidade sexual e as linhas fases jovem e adulta se sobrepõem. Na maturidade sexual, a variável dependente ("y") de um indivíduo cresce abruptamente com relação à independente ("x"), mas a razão do crescimento

relativo permanece inalterada logo após a ela. Caso o incremento na maturidade seja grande, como usualmente é para os caracteres sexuais secundários, os jovens e adultos podem ser diferenciados por sua aparência. Para outros caranguejos, o padrão das linhas fases é provavelmente intermediário entre estes dois tipos assemelhando-se ao das Figs. 3-C e 3-D".

Programa *Mature 1*

O programa *Mature 1* foi idealizado por SOMERTON (1980) para ser usado com espécies que apresentam uma sobreposição entre as linhas fases jovem e adulta, sendo necessários para sua execução os seguintes parâmetros:

- **Código do Método:** Utiliza-se o código "1" quando a linha fase inferior (jovens) tem menor inclinação que a linha fase superior (adultos), e o código "2", quando ocorre o inverso. A inclinação das linhas fase, ou seja, o ângulo formado por elas em relação ao eixo "x", é facilmente obtido pelo cálculo da tangente inversa da constante "b" da função potência ($\text{tang}^{-1} b$);
- **Limite de tamanho inferior:** Entrada do valor da variável independente ("x"), abaixo do qual são encontrados somente indivíduos jovens. Em espécies com nítido dimorfismo abdominal, pode-se consultar a distribuição de frequência de cada sexo, verificando-se a ocorrência de sobreposição de classes entre os indivíduos jovens e adultos. Caso contrário, tal valor é obtido com base na inspeção gráfica da relação em escala bilogaritmica;
- **Amplitude de tamanho superior:** Entrada do valor da variável independente ("x"), acima do qual são encontrados somente indivíduos adultos. Utiliza-se o mesmo método mencionado para a obtenção do limite de tamanho inferior;
- **Número de classes de tamanho:** Valor arbitrário decorrente de testes que devem ser executados para determinação de seu efeito sobre a estimativa do tamanho na

maturidade.

O programa utiliza-se da análise de agrupamento não hierárquica (ANDERBERG, 1973 *apud* SOMERTON, 1980), onde o eixo "x" é dividido em três regiões: região esquerda (somente indivíduos jovens), região direita (somente indivíduos adultos) e uma região central às outras duas (mistura de jovens e adultos). Após a função potência logaritmizada ser calculada para os jovens (região esquerda) e adultos (região direita), elas são extrapoladas para a região central. A diferença em "y" de cada ponto desta região, com relação a cada uma das duas linhas de regressão é então calculada, sendo em seguida designados para a linha de regressão mais próxima. O processo se repete iterativamente até que nenhum dos pontos se desvie de uma linha fase para outra após duas interações sucessivas. Posteriormente, o programa executa um teste estatístico ("F"), para averiguar se as duas regressões resultantes ajustam-se melhor aos dados do que uma única. Para a estimativa do tamanho no início da maturidade sexual, o eixo "x" é transformado em escala linear e dividido em intervalos regulares, sendo para cada um calculada a frequência de indivíduos adultos (maturos). Finalizando, a curva de maturidade é então ajustada a tais frequências pela função logística ($y = 1/(1 + A.e^{B.x})$), fornecendo o valor de suas constantes "A" e "B".

Programa *Mature 2*

O tamanho no início da maturidade sexual é determinado com maior facilidade quando o padrão das linhas de regressão é similar ao da figura 3-A. Como neste caso o problema é mais simples, ou seja, encontrar o valor de "x" no qual as duas linhas de regressão se interceptam, o programa *Mature 2* (SOMERTON & McINSTOSCH, 1983) mostra-se mais adequado. Ele inicia com uma estimativa dos pontos de intercepção sobre o eixo "x", separando os dados em duas subséries: 1) valores de "x" menores que o limite inferior (jovens); e 2) valores de "x" maiores que o limite superior (adultos). A partir daí, o ponto de intercepção é deslocado a partir do limite inferior, segundo o incremento solicitado, os dados são partilhados, e as linhas de

regressão ajustadas interativamente até que ele se iguale ao do limite superior. Assim, o tamanho no início da maturidade morfológica é igual ao antilog do valor do ponto de intercepção onde a menor soma dos quadrados dos resíduos é obtida.

O programa finaliza executando o teste "F", no qual, a soma dos quadrados dos resíduos (SQR) das duas linhas fases do modelo, é contrastada com a SQR obtida pelo ajuste de uma única linha de regressão aos dados. Se esta última se ajustar melhor aos dados do que as duas anteriores, então é necessário um maior número de dados para a estimativa.

Portanto, para o cálculo da maturidade sexual, o programa *Mature 2* solicita do usuário:

- **Limite inferior e superior:** Entrada dos valores extremos de "x", entre os quais suspeita-se encontrar o tamanho na maturidade a ser estimado. Para a determinação dos limites inferior e superior, utiliza-se o mesmo procedimento empregado no programa *Mature 1*.
- **Incremento em tamanho:** Refere-se à unidade de medida (p. ex., milímetros), correspondente ao deslocamento do ponto de intercepção entre os limites fornecidos anteriormente. Depende da precisão requerida para a análise da maturidade.

Como os programas *Mature 1* e *Mature 2* são dimensionados para respectivamente 500 e 800 exemplares, as relações que subrepujarem tais números sofrerão uma redução no tamanho amostral utilizando-se o método de geração de números pseudo-aleatórios com distribuição uniforme (NAYLOR *et al.*, 1966; WICHMANN & HILL, 1982).

Maturidade fisiológica

Neste capítulo, a análise da maturidade fisiológica foi realizada com base no estágio de maturação das gônadas, em exemplares de ambos os sexos, para a determinação do tamanho com que metade da população apresentou gônadas maduras ($LC_{50\%}$).

As gônadas dos exemplares de cada sexo foram examinadas e classificadas macroscopicamente quanto ao estágio de maturação, segundo sua coloração e tamanho com relação ao hepatopâncreas (órgão acumulador de reservas orgânicas, alocadas para as gônadas durante a época reprodutiva segundo KYOMO (1988)). Com esta finalidade, foram estabelecidos 3 estágios gonadais - imaturo, em maturação e maturo - para os machos e fêmeas, sendo cada um dividido em dois sub-estágios (Tab. I e Fig. 4).

Seguindo a metodologia descrita por VAZZOLER (1982) e FONTELES-FILHO (1989), os exemplares foram submetidos a uma distribuição de frequência (classes de 5 mm), utilizando-se a variável LC como representativa do tamanho do animal. Os indivíduos de cada sexo foram distribuídos nas classes de tamanho segundo os 3 estágios de maturação gonadal anteriormente citados, sendo a seguir associados em dois grupos: jovem (gônada imatura) e adulto (gônada em maturação e matura).

De posse desses dados, a proporção entre jovens e adultos foi calculada para cada sexo, nas respectivas classes de tamanho. A seguir, os valores percentuais do grupo adulto foram utilizados para a confecção das curvas de maturidade de cada sexo, tendo como variável dependente a frequência de indivíduos adultos, e independente, as classes de tamanho.

A curva de maturidade foi obtida pelo ajuste da ogiva de Galton ($y = 1 - e^{-AZ}$, onde $Z = x^b$) aos dados obtidos, cuja linearização é obtida por sua forma logaritmicada, ou seja, $\ln[-\ln(1 - y)] = \ln A + b \ln x$. A estimativa do tamanho na primeira maturação fisiológica foi calculada pela equação $LC_{50\%} = e^{[\ln[-\ln(1-0,50)] - \ln A]/b}$ (FONTELES-FILHO, 1989).

Maturidade funcional

A maturidade funcional é conceituada neste capítulo como sendo o tamanho inicial com que cada sexo já se encontra tanto morfológica como fisiologicamente apto para a reprodução.

Com a obtenção destes valores, far-se-á uma análise quantitativa dos animais que ainda não se encontravam funcionalmente maduros e que poderiam ter sido poupados numa exploração comercial.

TABELA I - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Análise macroscópica dos estágios e respectivos sub-estágios gonadais dos machos e fêmeas (modificado de HAEFNER, 1976 e ERDMAN & BLAKE, 1988).

ESTÁGIOS	SUB-ESTÁGIOS	CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS	
		MACHOS	FÊMEAS
IMATURO	I	Gônadas observáveis somente sob lupa (aumento superior a 40X)	Gônadas observáveis somente sob lupa (aumento superior a 40X)
	II	Vaso deferente filamentososo (detectável somente sob lupa). Incolor.	Ovário filamentososo (detectável somente sob lupa). Incolor a translúcido.
EM MATURAÇÃO	III	Filamento do vaso deferente evidente a olho nu. Incolor a translúcido.	Ovário evidente a olho nu. Salmão a laranja claro.
	IV	Gônadas com tamanho correspondente a $\frac{1}{4}$ do hepatopâncreas. Branco.	Ovários com tamanho correspondente a $\frac{1}{2}$ do hepatopâncreas. Laranja claro.
MATURO	V	Gônadas com tamanho semelhante ao do hepatopâncreas. Branco.	Ovários com tamanho semelhante ao do hepatopâncreas. Laranja escuro.
	VI	Gônadas maiores que o hepatopâncreas, dominando a área interna. Branco.	Ovários maiores que o hepatopâncreas com óvulos evidentes a olho nu. Laranja escuro.

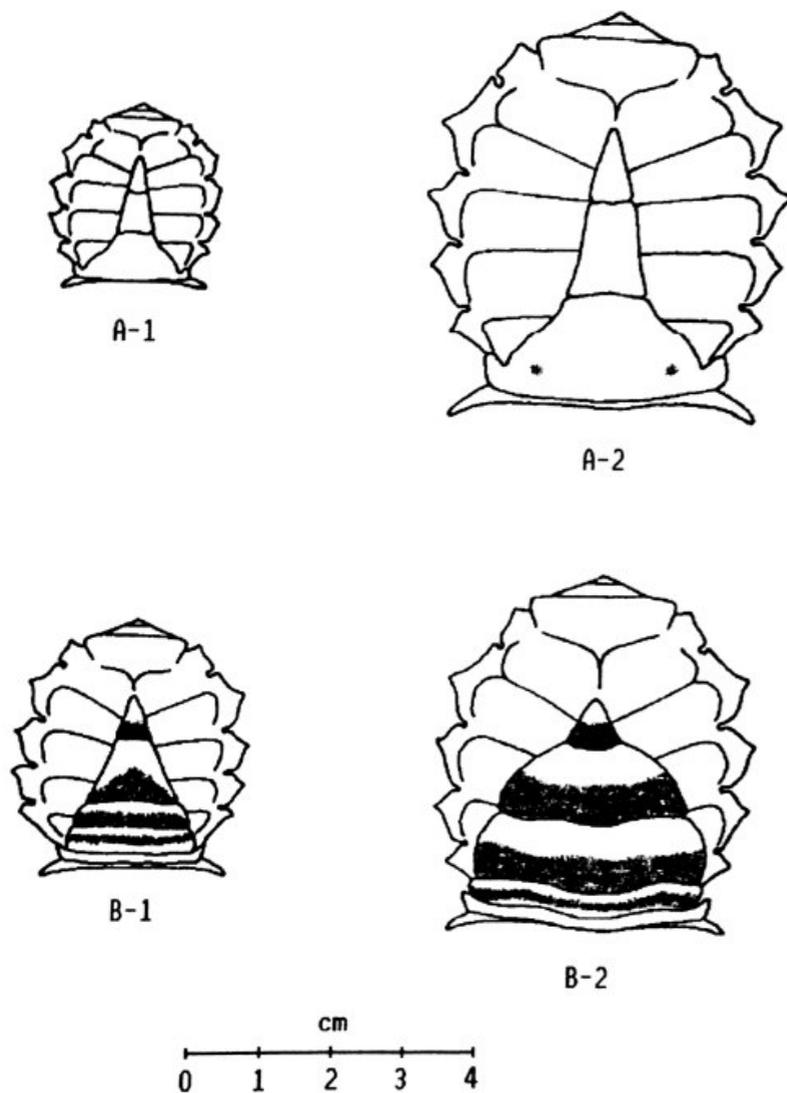


FIGURA 1 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Caracterização morfológica do abdome de ambos os sexos, em diferentes fases de maturação (A-1: macho jovem; A-2: macho adulto; B-1: fêmea jovem; B-2: fêmea adulta) (segundo PINHEIRO, 1991).

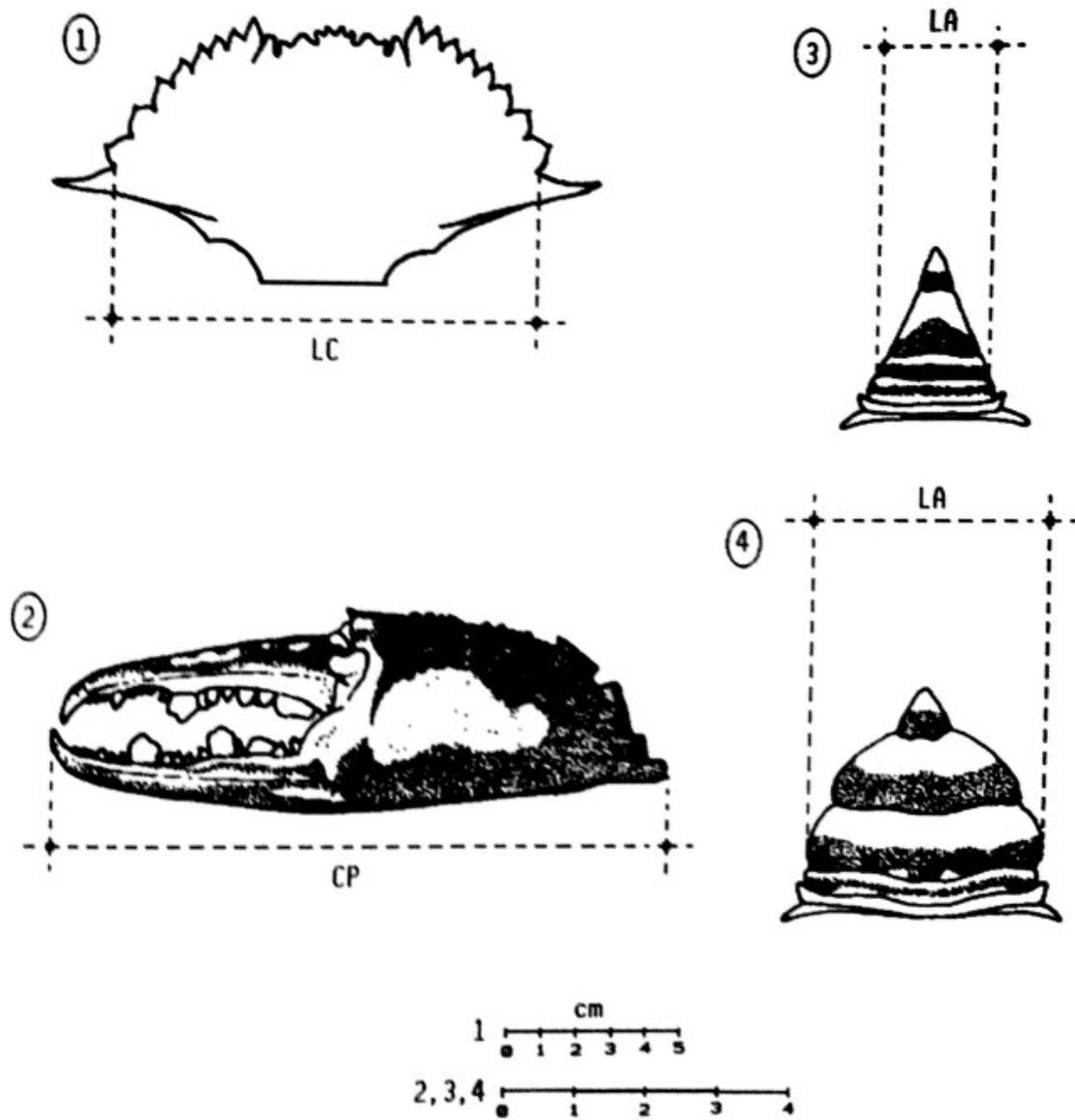


FIGURA 2 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Localização das mensurações na carapaça (1), quela (2) e abdome (3 = fêmea jovem; 4 = fêmea adulta) (LC = largura da carapaça; CP = comprimento do própodo, LA = largura do abdome) (segundo PINHEIRO, 1991).

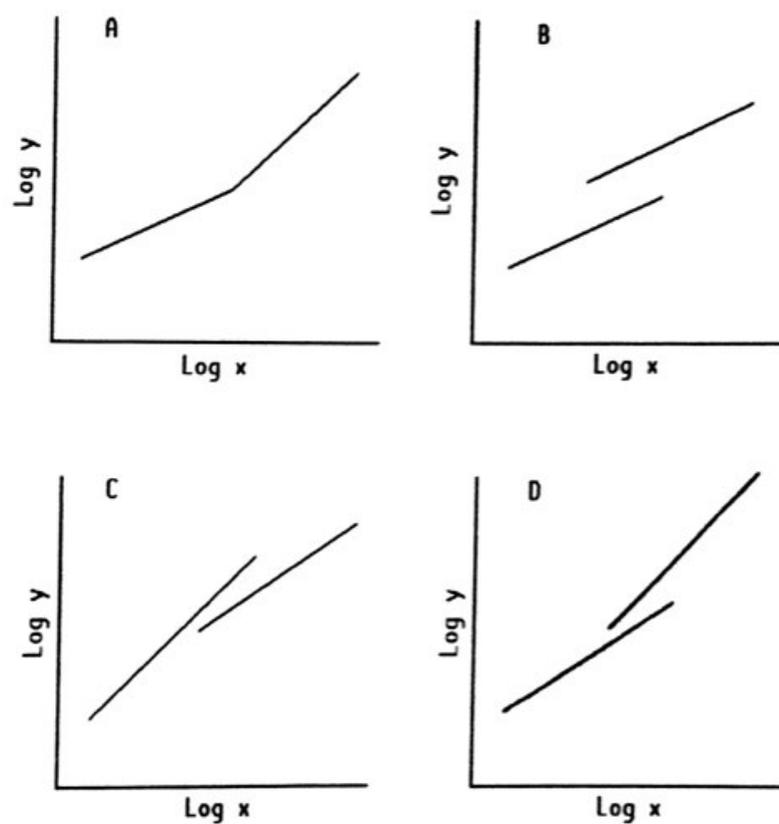


FIGURA 3 - Padrões de crescimento em crustáceos (linhas fase juvenil e adulta) (segundo Somerton, 1980).

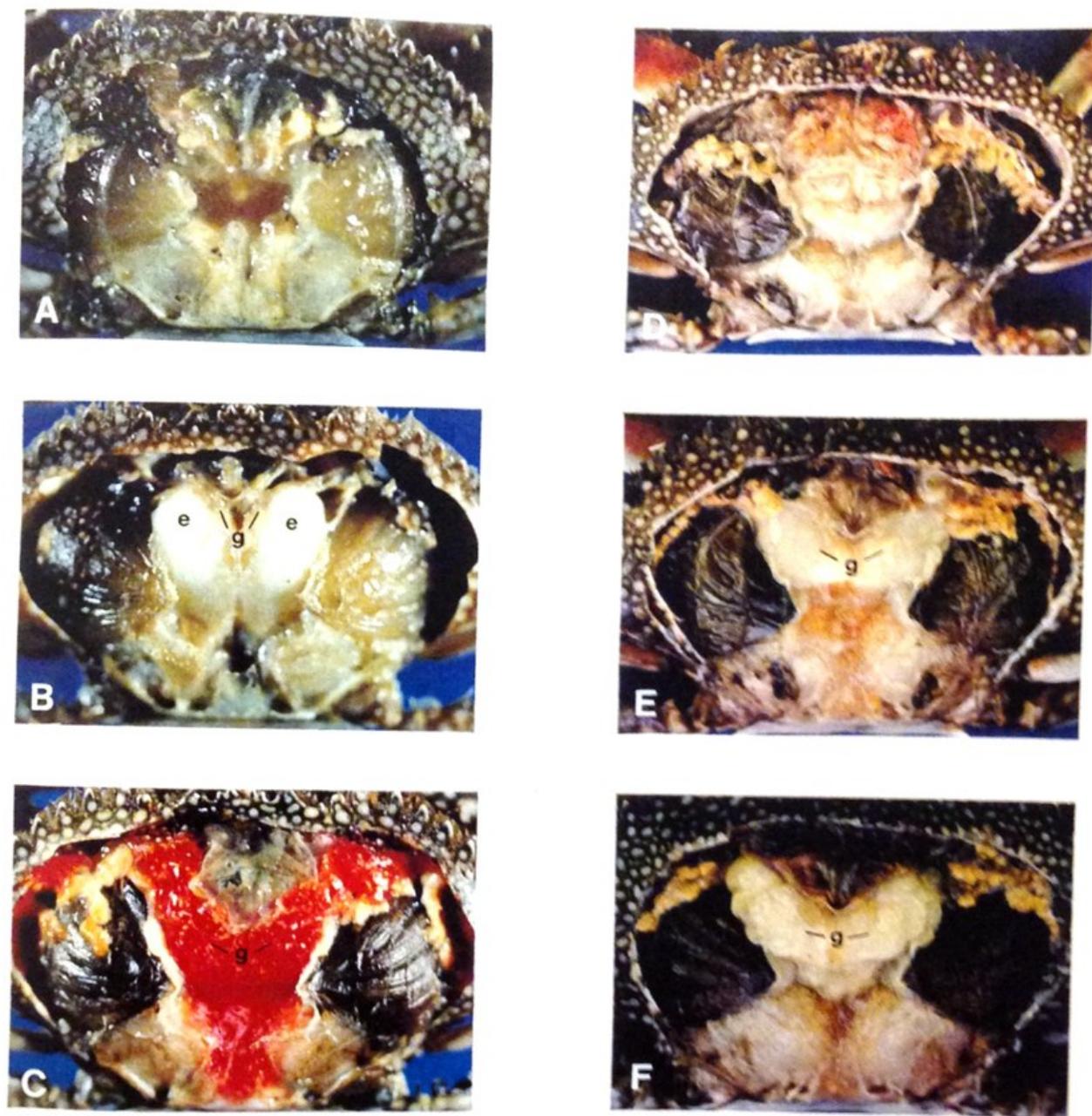


FIGURA 4 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Caracterização macroscópica e cromática das gônadas dos machos (A = estágio imaturo, sub-estágio II, B = estágio em maturação, sub-estágio IV; C = estágio maturo, sub-estágio VI) e das fêmeas (D = estágio imaturo, sub-estágio I; E = estágio em maturação, sub-estágio III, F = estágio maturo, sub-estágio VI) (g = gônada; e = espermateca).

III.5 – Resultados

No período de maio/1991 a abril/1993, foram coletados 1.953 exemplares de *A. cribrarius*, representados por 788 machos (100 jovens e 688 adultos) e 1.165 fêmeas (253 jovens e 912 adultas). Estes, somados aos coletados no período de novembro/1988 a outubro/1989, perfizeram um total de 2.356 exemplares, sendo 977 machos (176 jovens e 801 adultos) e 1.379 fêmeas (337 jovens e 1.042 adultas).

Distribuição de frequência

A tabulação de frequência dos indivíduos de ambos os sexos, revelou uma sobreposição dos indivíduos juvenis e adultos em algumas classes de tamanho, ocorrendo para os machos de 40—70 mm e para as fêmeas de 45—75 mm (Tab. II). As primeiras fêmeas ovígeras foram constatadas a partir de $LC > 50$ mm.

Crescimento Relativo

Foram utilizados um total de 685 machos (100 jovens e 585 adultos) para a análise da relação CP x LC. Os resultados decorrentes do ajuste da função potência aos pontos empíricos de cada fase foram os seguintes:

- **Machos jovens:**

$$CP = 4,32 \cdot 10^{-1} LC^{1,11} \quad (N = 100)$$

$$\ln CP = -0,84 + 1,11 \ln LC \quad (r^2 = 99,08 \%, t = 102,52)$$

- **Machos adultos:**

$$CP = 2,17 \cdot 10^{-1} LC^{1,28} \quad (N = 585)$$

$$\ln CP = -1,53 + 1,28 \ln LC \quad (r^2 = 97,90 \%, t = 164,91)$$

Um total de 1.313 fêmeas (324 jovens e 989 adultas) foram utilizadas para a análise da relação LA x LC. Os resultados decorrentes do ajuste da função potência aos pontos empíricos de cada fase foram os seguintes:

- **Fêmeas jovens:**

$$CP = 9,07 \cdot 10^{-2} \cdot LC^{1,27} \quad (N = 324)$$

$$\ln CP = -2,40 + 1,27 \cdot \ln LC \quad (r^2 = 97,56 \% ; t = 113,76)$$

- **Fêmeas adultas:**

$$CP = 1,67 \cdot 10^{-1} \cdot LC^{1,20} \quad (N = 989)$$

$$\ln CP = -1,79 + 1,20 \cdot \ln LC \quad (r^2 = 93,02 \% ; t = 114,68)$$

Maturidade morfológica

Um total de 685 machos e 1.313 fêmeas foram utilizados nas análises, sendo, portanto, descartados respectivamente 292 (29,89 %) e 66 (4,79 %) exemplares, devido à ausência de quelípodos ou danos nas estruturas a serem mensuradas.

Machos

Para os machos, o diagrama de dispersão da relação CP x LC (Fig. 5), mostrou-se similar ao padrão "A" descrito por SOMERTON (1980) (vide Fig. 3-A), indicando o programa *Mature 2* para a análise da maturidade. Devido ao número de dados ser inferior ao dimensionamento requerido pelo programa (N = 800), estes puderam ser executados sem redução do tamanho amostral. A variação de tamanho (LC) dos exemplares utilizados na análise foi de 22,10 mm a 107,70 mm.

Seguindo-se a sobreposição das classes de tamanho (LC) verificada entre os machos jovens e adultos, entrou-se com os valores do limite inferior (40 mm) e superior (70 mm), bem como o

valor do incremento (0,5 mm). Dentro do intervalo proposto, verificou-se que quando o ponto de corte atingiu $LC = 52,00$ mm, obteve-se uma minimização do valor de SQR, indicando, para este tamanho, o ponto de inflexão na linha de crescimento. O programa revelou ainda um melhor ajuste de duas regressões aos dados (machos jovens e machos adultos), do que uma única (total de machos) ($F = 61,23$; $p < 0,01$), as quais podem ser consultadas a seguir:

- **Machos jovens:** $\ln CP = -0,77 + 1,09 \cdot \ln LC$ ($N = 75$; $SQR = 0,043$)
- **Machos adultos:** $\ln CP = -1,56 + 1,29 \cdot \ln LC$ ($N = 610$; $SQR = 0,527$)
- **Total de machos:** $\ln CP = -1,33 + 1,23 \cdot \ln LC$ ($N = 685$; $SQR = 0,673$)

Fêmeas

O diagrama de dispersão da relação $LA \times LC$ mostra que as fêmeas de *A. cribrarius* apresentaram um padrão de crescimento semelhante ao "D" descrito em SOMERTON (1980) (vide Fig. 3-D), indicando, neste caso, o programa *Mature 1* para a análise da maturidade. Como o número de fêmeas ($N = 1.313$) superou o limite de dados para o qual o programa foi dimensionado ($N = 500$), foram amostrados 500 dados aleatoriamente, a partir dos quais foi confeccionada a figura 6. A variação de tamanho (LC) das fêmeas foi de 28,40 mm a 92,80 mm.

Como o valor da constante de crescimento alométrico ("b") da linha fase inferior (1,27) foi maior que o da linha fase superior (1,20), e conseqüentemente o grau de inclinação (respectivamente $51,8^\circ$ e $50,2^\circ$), verificou-se que o código "2" foi o mais indicado para a análise da maturidade das fêmeas de *A. cribrarius*. A seguir, baseando-se na sobreposição das classes de tamanho (LC) entre fêmeas jovens e adultas, deu-se entrada no programa com os valores dos limites inferior (45,00 mm) e superior (75,00 mm). Como saída, obtiveram-se as regressões para as linhas fase inferior (fêmeas jovens) e superior (fêmeas adultas), conforme segue:

- **Fêmeas jovens:** $\ln LA = -2,41 + 1,28 \cdot \ln LC$ ($N = 120$)
- **Fêmeas adultas:** $\ln LA = -1,83 + 1,20 \cdot \ln LC$ ($N = 380$)

Dando-se entrada no programa com 10 classes de tamanho, obteve-se como saída a

freqüência de fêmeas maduras em cada classe. O ajuste da função logística ($y = 1/(1 + A.e^{Bx})$) aos dados pode ser observado na figura 7, tendo como constantes:

- $A = 847,11.10^5$
- $B = - 305,62.10^{-3}$

A curva ajustada mostra que com um tamanho de 59,73 mm, metade da população de fêmeas encontra-se matura morfologicamente. Dos 500 exemplares analisados a menor fêmea matura apresentou um tamanho de 51,90 mm, enquanto a maior fêmea imatura mediu 72,35 mm.

Maturidade fisiológica

As tabelas III e IV mostram respectivamente a distribuição de freqüência dos machos e fêmeas em cada um dos estágios de maturação gonadal (imaturo, em maturação e maturo) e nos agrupamentos jovem e adulto.

Um total de 952 machos e 1.369 fêmeas foram utilizados na análise da maturidade fisiológica, sendo descartados, respectivamente, um total de 25 (2,56 %) e 10 exemplares (0,73 %).

Machos

Os valores das constantes obtidos com o ajuste da ogiva de Galton ($y = 1 - e^{-AZ}$, onde $Z = x^b$), foram os seguintes:

- $A = 2,51.10^{-16}$
- $b = 8,57$

A curva de maturidade fisiológica dos machos (Fig. 8) indica que metade da população torna-se matura fisiologicamente com 63,35 mm, chegando a 100 % com 85,7 mm. A logaritmização da curva de maturidade (Fig. 9), resultou na equação linear:

- $\ln [-\ln (1 - y)] = - 35,92 + 8,57 \ln x \quad (r^2 = 94,56 \%)$

Fêmeas

Para as fêmeas, os valores das constantes "A" e "b" obtidos com o ajuste da ogiva de Galton aos dados foram de:

- $A = 8,06 \cdot 10^{-18}$
- $b = 9,54$

A curva de maturidade fisiológica das fêmeas (Fig. 10) indica que com 59,58 mm, metade da população analisada apresentou-se matura, e a partir de 78,2 mm, todas as fêmeas apresentavam gônadas maduras. A logaritmização da curva de maturidade (Fig. 11) resultou na equação linear:

- $\ln [-\ln (1 - y)] = - 39,36 + 9,54 \cdot \ln x \quad (r^2 = 98,62 \%)$

Maturidade funcional

Com base nos valores obtidos para o início da maturidade morfológica e fisiológica (Fig. 12), pode-se constatar que os valores no início da maturidade funcional para cada sexo são os seguintes:

- Machos: $LC \geq 63,4$ mm
- Fêmeas: $LC \geq 59,7$ mm

Um total de 266 machos (27,5 %) e 329 fêmeas (24,0 %), ou seja, 25,5 % do total de exemplares coletados ($N = 2.337$), apresentaram valores menores do que aqueles anteriormente estabelecidos para a maturidade funcional.

TABELA II - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Tabulação de freqüência dos total de exemplares de ambos os sexos em classes de tamanho (LC = largura da carapaça) nos grupos de interesse, coletados mensalmente no período de novembro/1988 a outubro/1989 e maio/1991 a abril/1993 na região de Ubatuba, SP. (MJ = Machos jovens; MA = machos adultos; FJ = fêmeas jovens; FA = fêmeas adultas sem ovos; FO = fêmeas ovíferas).

Classes de LC (mm)	MJ	MA	FJ	FA	FO	TOT
20—25	3	-	-	-	-	3
25—30	4	-	3	-	-	7
30—35	6	-	8	-	-	14
35—40	13	-	11	-	-	24
40—45	36	1	45	-	-	82
45—50	27	4	58	1	-	90
50—55	28	12	82	4	2	128
55—60	19	50	78	35	5	187
60—65	7	60	42	63	12	184
65—70	1	89	14	177	35	316
70—75	-	141	4	192	42	379
75—80	-	107	-	167	59	333
80—85	-	95	-	112	40	247
85—90	-	126	-	48	18	192
90—95	-	87	-	8	4	99
95—100	-	32	-	-	-	32
100—105	-	16	-	-	-	16
105—110	-	3	-	-	-	3
110—115	-	1	-	-	-	1
Total	144	824	345	807	217	2337

TABELA III — *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Distribuição de frequência dos exemplares de cada sexo em classes de tamanho (LC = largura da carapaça), em cada estágio gonadal (I = imaturo; EM = Em maturação; M = maturo).

Classes de LC (mm)	Machos			Fêmeas		
	I	EM	MA	I	EM	MA
20—25	3	-	-	-	-	-
25—30	4	-	-	3	-	-
30—35	6	-	-	8	-	-
35—40	13	-	-	11	-	-
40—45	37	-	-	44	1	-
45—50	30	1	-	53	6	-
50—55	33	6	-	74	14	-
55—60	48	15	2	65	46	7
60—65	23	38	4	37	54	26
65—70	15	48	22	17	133	76
70—75	11	65	63	7	135	96
75—80	3	35	68	-	126	100
80—85	1	24	69	-	82	70
85—90	-	37	89	-	36	30
90—95	-	21	66	-	5	7
95—100	-	9	23	-	-	-
100—105	-	4	12	-	-	-
105—110	-	2	1	-	-	-
110—115	-	-	1	-	-	-
Total	227	305	420	319	638	412

TABELA IV — *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Distribuição de frequência dos exemplares de cada sexo nos agrupamentos jovem (estágio gonadal imaturo) e adulto (estágios gonadais em maturação e maturo), nas classes de tamanho (LC = largura da carapaça).

Classes de LC (mm)	MACHOS				FÊMEAS			
	Jovem		Adulto		Jovem		Adulta	
	N	%	N	%	N	%	N	%
20—25	3	100,0	—	0,0	—	—	—	—
25—30	4	100,0	—	0,0	3	100,0	—	0,0
30—35	6	100,0	—	0,0	8	100,0	—	0,0
35—40	13	100,0	—	0,0	11	100,0	—	0,0
40—45	37	100,0	—	0,0	44	97,8	1	2,2
45—50	30	96,8	1	3,2	53	89,8	6	10,2
50—55	33	84,6	6	15,4	74	84,1	14	15,9
55—60	48	73,8	17	26,2	65	55,1	53	44,9
60—65	23	35,4	42	64,9	37	31,6	80	68,4
65—70	15	17,6	70	82,4	17	7,5	209	92,5
70—75	11	7,9	128	92,1	7	2,9	231	97,1
75—80	3	2,8	103	97,2	—	0,0	226	100,0
80—85	1	1,1	93	98,9	—	0,0	152	100,0
85—90	—	0,0	126	100,0	—	0,0	66	100,0
90—95	—	0,0	87	100,0	—	0,0	12	100,0
95—100	—	0,0	32	100,0	—	—	—	—
100—105	—	0,0	16	100,0	—	—	—	—
105—110	—	0,0	3	100,0	—	—	—	—
110—115	—	0,0	1	100,0	—	—	—	—
Total	227	23,8	725	76,2	319	23,3	1050	76,7

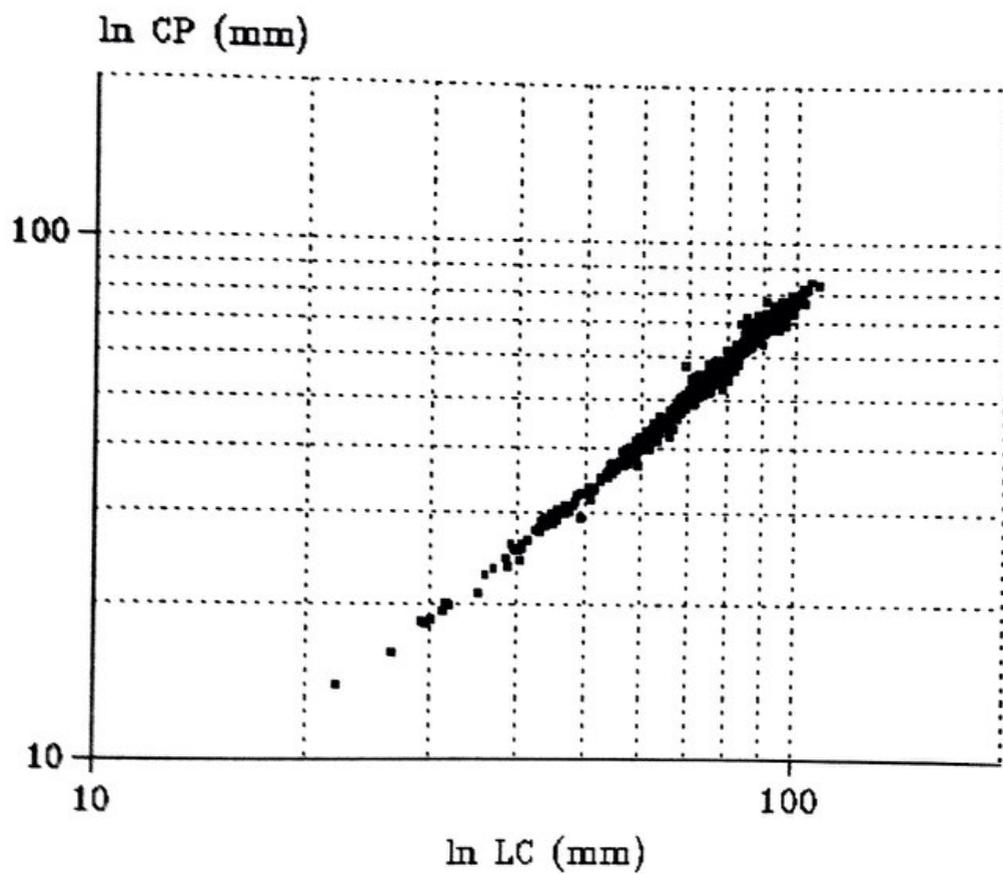


FIGURA 5 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Diagrama de dispersão do comprimento do própodo quelar (CP) e a largura da carapaça (LC) para os exemplares machos (N = 685).

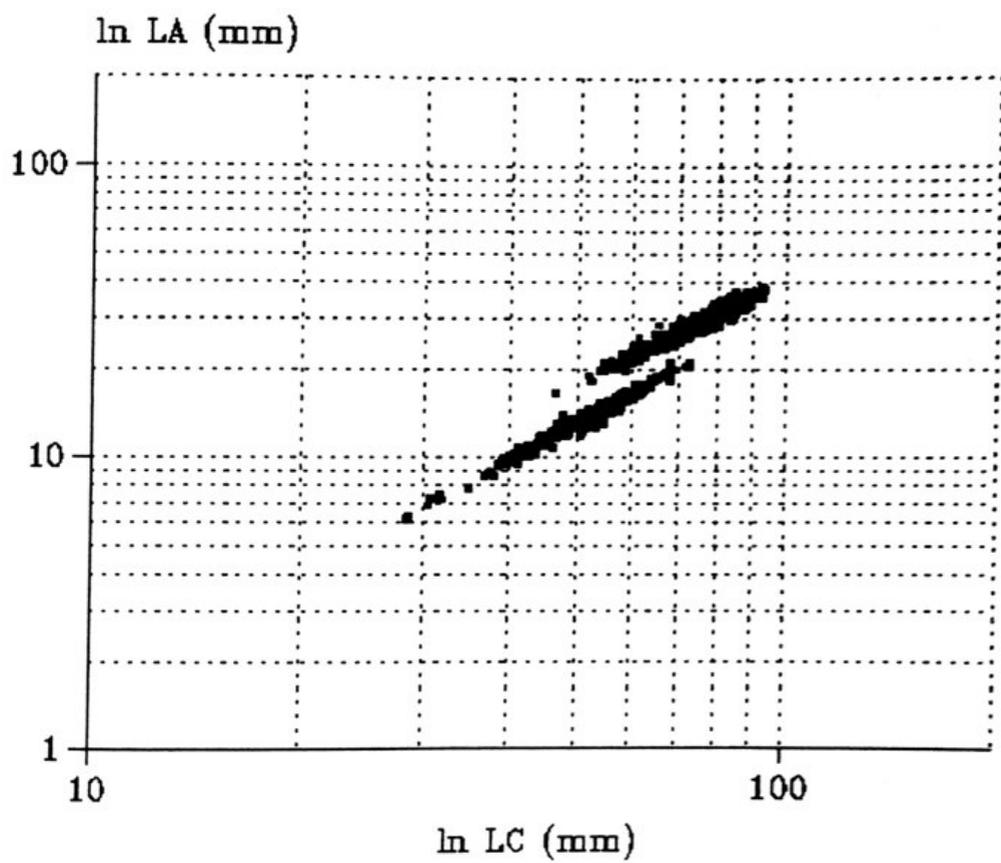


FIGURA 6 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Diagrama de dispersão da largura do abdome (LA) e a largura da carapaça (LC) (N = 500).

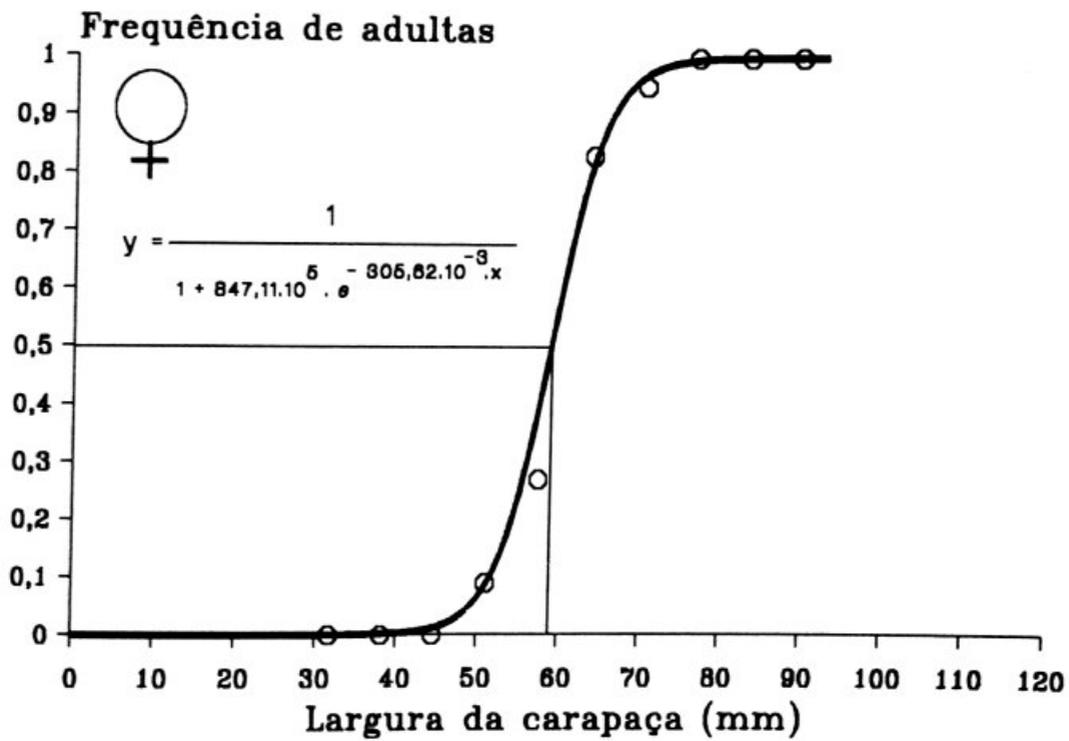


FIGURA 7 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Curva de maturidade morfológica dos exemplares fêmeas (N = 500).

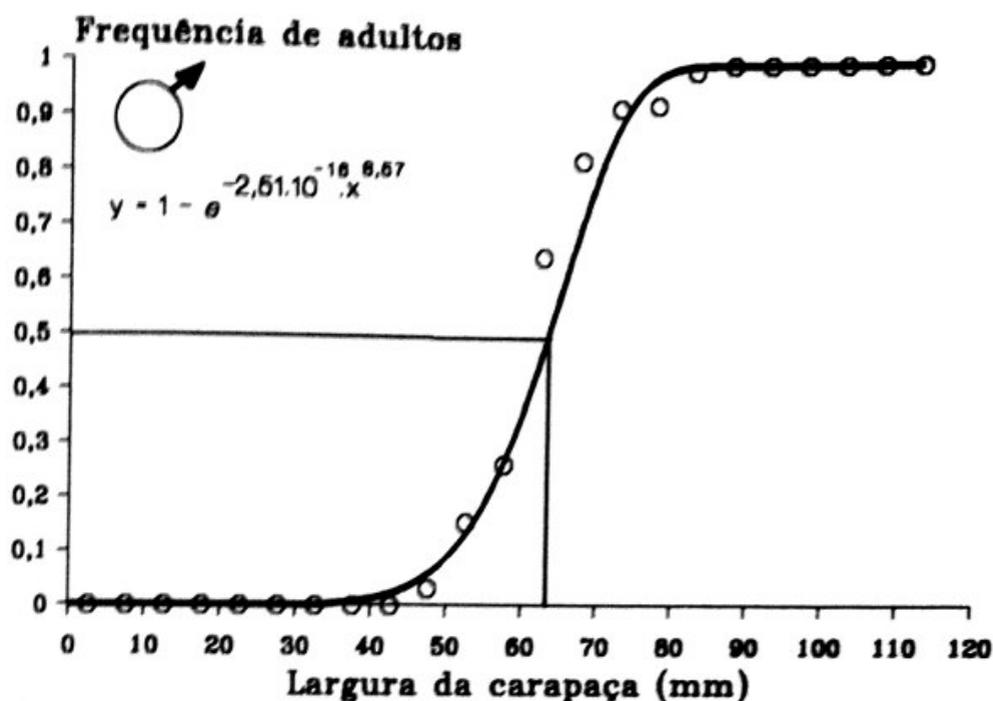


FIGURA 8 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Curva de maturidade fisiológica dos exemplares machos (N = 952).

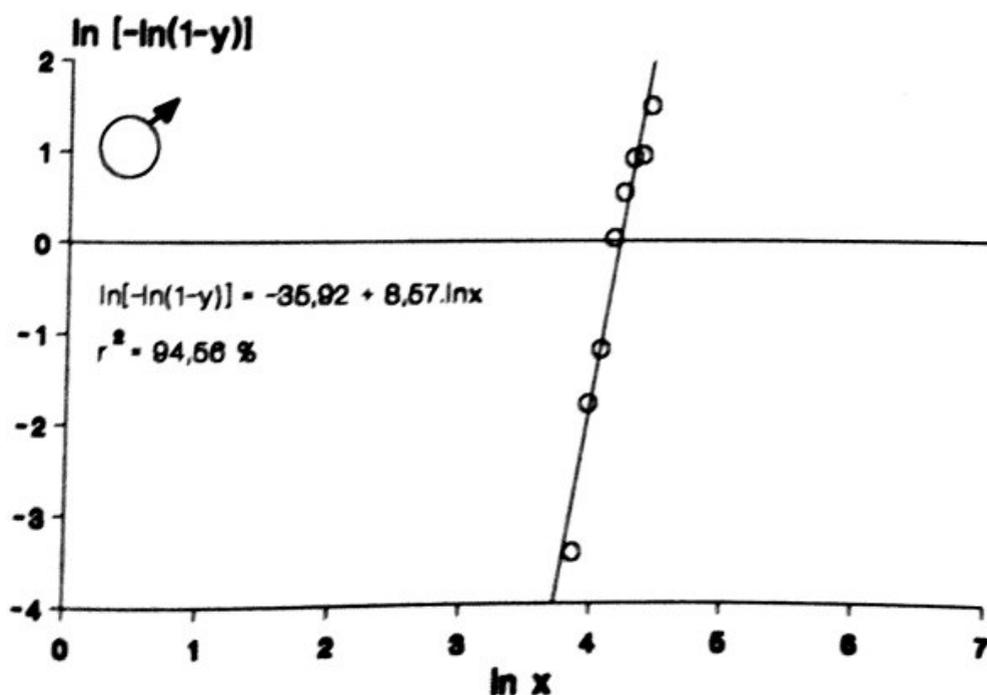


FIGURA 9 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Linearização da curva de maturidade fisiológica dos exemplares machos (N = 952).

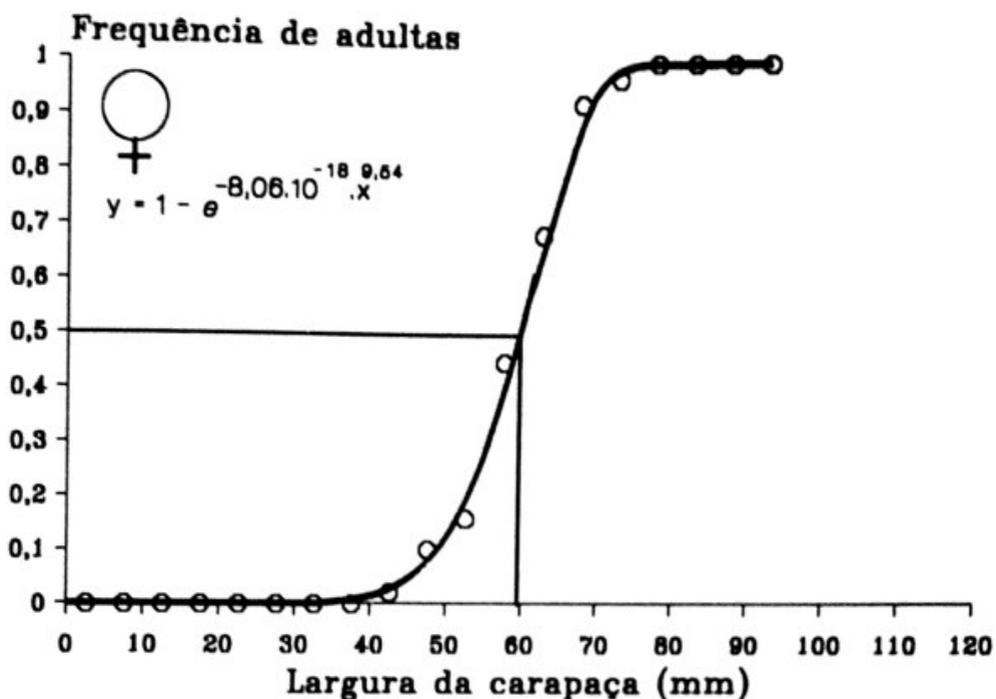


FIGURA 10 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Curva de maturidade fisiológica dos exemplares fêmeas (N = 1369).

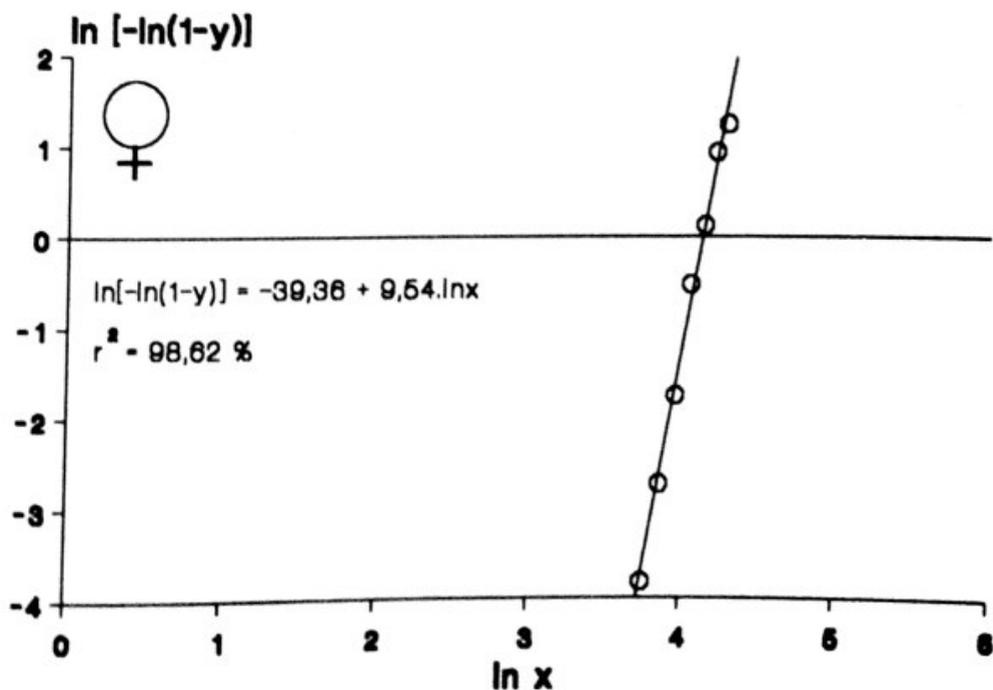


FIGURA 11 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Linearização da curva de maturidade fisiológica dos exemplares fêmeas (N = 1369).

Maturidade

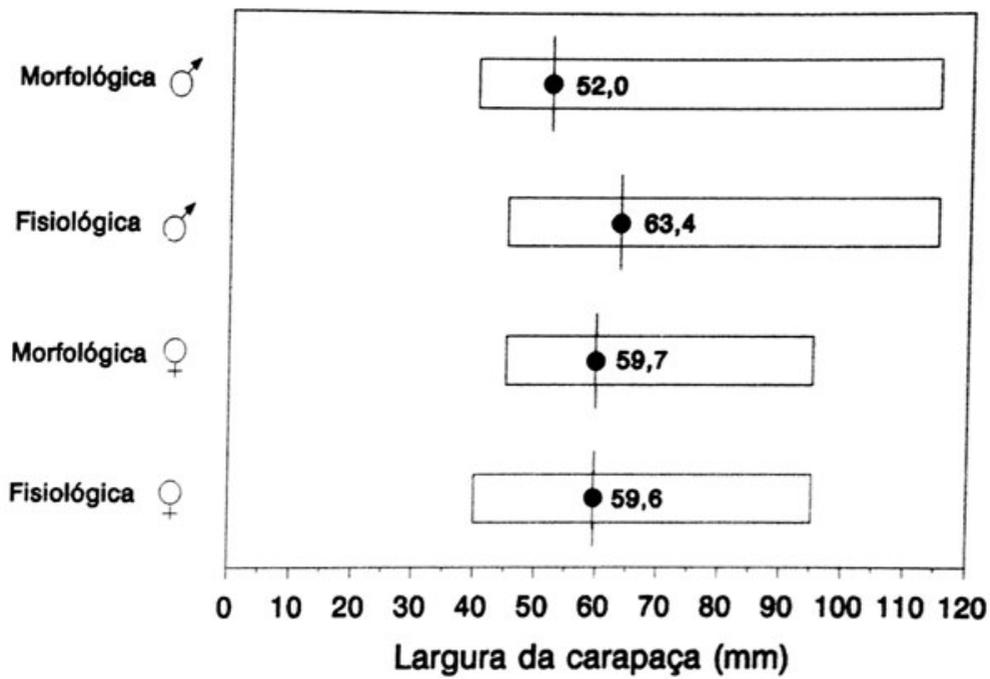


FIGURA 12 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Diagrama comparativo do tamanho na maturidade morfológica e fisiológica em ambos os sexos (linha com ponto branco) e da amplitude de variação dos exemplares morfológica e fisiologicamente maduros (barra horizontal).

III.6 - Discussão e conclusões

O tamanho com que os braquiúros atingem a maturidade sexual, bem como o número de ecdises que as fêmeas sofrem após a muda da puberdade são importantes aspectos da biologia reprodutiva destes organismos, apresentando implicação direta no manejo de populações exploradas comercialmente (KNUDSEN, 1960, KWEI, 1978, CAMPBELL & EAGLES, 1983). Segundo HARTNOLL & GOULD (1988), tais características, juntamente com o número de desovas particular de cada instar, o número de ovos por desova e a sazonalidade da produção de ovos, podem apresentar grande variação numa comparação interespecífica. Por este motivo, a Infraordem Brachyura é tida como o grupo taxonômico mais diversificado quanto ao crescimento e reprodução quando relacionados a outros do Subfilo Crustacea.

Conforme HARTNOLL (1969), a cópula da maioria das espécies de portunideos já descritas ocorre entre machos em intermuda e fêmeas em muda recente (vide Capítulo II). Nesta ocasião, os machos devem estar maturos morfológica e fisiologicamente para a transferência dos espermatóforos, ao passo que, para as fêmeas, a maturidade morfológica assume importância primordial, visto que suas gônadas podem se encontrar imaturas ou em maturação nesta ocasião (HARTNOLL, 1978; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985). Tal aspecto encontra respaldo no presente trabalho onde verificou-se que 97,4 % das fêmeas de *A. cribrarius* copuladas (espermateca cheia), encontravam-se com as gônadas imaturas ou em maturação (vide Capítulo IV)

Durante sua ontogênese os caranguejos passam por diversas mudanças morfológicas, sendo as mais substanciais, advindas com a maturidade sexual por meio de uma única muda, denominada muda da puberdade (PÉREZ, 1928). Nesta ocasião, os machos apresentam um crescimento exacerbado de certos segmentos dos quelípodos (principalmente o própodo), o que visa maximizar o tamanho do indivíduo, gerando assim, castas hierárquicas de dominância

(WARNER, 1970). Na maioria dos casos tais castas são diferenciadas pela coloração interna da quela (própodo e dáctilo), como ocorre com os machos da espécie *Portunus pelagicus* onde observam-se três tipos, a saber: Quela Branca ("White" = juvenis inaptos à copula), Quela Manchada ("Spot" = juvenis aptos à cópula) e Quela Escura ("Full" = adultos) (RYAN, 1967). Os machos de *A. cribrarius*, embora não apresentem tais castas hierárquicas, mostram, quando adultos, uma intensificação da coloração na face interna da quela, as quais são exibidas para a fêmea no comportamento de corte (vide Capítulo II). Fato similar a este ocorre com o siri *Callinectes sapidus*, conforme descrito por HOPKINS (1963).

Os machos braquiúros utilizam suas quelas numa ampla variedade de exibições ritualísticas relacionadas ao processo reprodutivo, como nas interações agonísticas com outros machos pela posse de parceiras e na manipulação da fêmea nos comportamentos que precedem e/ou sucedem à copula (WRIGHT, 1968; HARTNOLL, 1968, 1974 e 1978; LEWIS, 1977; CONAN & COMEAU, 1986; VANNINI & GHERARDI, 1988). Assim, os machos que apresentam maior tamanho corpóreo e quelípodos mais desenvolvidos apresentam certa vantagem na seleção da parceira e na competição intra-específica dela resultante.

As fêmeas, por sua vez, somente após sofrerem a muda da puberdade apresentam a abertura de seu gonóporo para o meio externo. Nesta ocasião também ocorre a formação de cerdas especiais nos pleópodos para a incubação dos ovos, o despreendimento do abdome do plastrão torácico e o alargamento de certos somitos abdominais, favorecendo, assim, uma maior proteção dos gonóporos e da massa ovígera, além de possibilitar o porte de um maior número de ovos (FINNEY & ABELE, 1981; HARTNOLL, 1982).

Devido ao exposto anteriormente, pode-se perceber com clareza a importância da utilização de relações morfométricas como instrumento para a estimativa da maturidade sexual dos crustáceos, compreendendo-se assim sua ampla utilização na carcinologia (WATSON, 1970;

BROWN & POWELL, 1972; WENNER *et al.*, 1974; HAEFNER, 1985; CONAN & COMEAU, 1986; CHOY, 1988; FELDER & LOVETT, 1989; HAEFNER, 1990).

Conforme HARTNOLL (1963), a muda da puberdade nos caranguejos da Seção Oxyrhyncha (p. ex., Famílias Majidae, Himenosomatidae, Parthenopidae) é a terminal, enquanto que os da Seção Cancridea e alguns representantes da Família Portunidae (Seção Brachyrhyncha) podem sofrer uma, duas ou várias mudas subseqüentes. Tal fato, embora não muito freqüente para a espécie em questão (1,11 %), encontra respaldo neste trabalho onde foram obtidas 11 fêmeas adultas em pré-muda, indicando a existência de pelo menos um segundo instar maturo logo após a muda da puberdade (vide Capítulo IV). Outras espécies da mesma família, *P. sanguinolentus* (estudada por RYAN 1967) e *Macropipus puber* (analisada por DRACH, 1933), somam-se à *A. cribrarius* e se contrastam com outras (p. ex., *C. sapidus*) cuja muda da puberdade é a terminal (RYAN, *op. cit.*).

Embora os caracteres sexuais secundários possam estar associados à maturidade gonadal (fisiológica), algumas espécies não seguem este padrão (Tabela V). Tal aspecto foi também verificado para os machos de *A. cribrarius*, cujo tamanho no início da maturidade morfológica foi anterior àquele da fisiológica, fato este já constatado para outras espécies da família Portunidae, tais como *Liocarcinus holsatus* e *L. puber* estudados por CHOY (*op. cit.*) e *Scylla serrata* por PRASAD & NEELAKANTAN (1990) (vide Tabela V). As fêmeas do siri *A. cribrarius*, no entanto, apresentaram uma sincronia entre a maturidade morfológica e fisiológica, assemelhando-se principalmente ao ocorrido com os portunídeos *Callinectes danae* analisado por PITA *et al.* (1985), *Ovalipes catharus* por ARMSTRONG (1988) e *Portunus spinimanus* por SANTOS (1994)

O nítido dimorfismo que ocorre a nível abdominal (fêmeas), o surgimento das primeiras fêmeas ovígeras e a análise da estrutura populacional de uma espécie (transição entre indivíduos

com abdome selado e não selado), podem dar informações importantes a respeito de sua maturidade sexual. Realmente, verificou-se que os valores encontrados para a maturidade, seja ela morfológica ou fisiológica, encontram-se contidos nestes intervalos, sendo, por este motivo, uma forma simples, mas muito abrangente, para o estabelecimento do tamanho na maturidade sexual de crustáceos.

Embora não muito freqüente, alguns autores têm analisado a maturidade morfológica das fêmeas de certos crustáceos pela distribuição dos exemplares ovígeros em classes de tamanho, estabelecendo-a pelas menores fêmeas deste grupo de interesse (AGUILAR & ESPINA, 1988; JAYAKODY, 1989; SARDÀ, 1991). É possível que tal análise chegue a resultados próximos àqueles obtidos pelo método proposto por Somerton, como é plausível que o mesmo seja conseguido para cada sexo pela distribuição de freqüência dos exemplares jovens (abdome selado) com relação aos adultos (abdome não selado).

Vale ressaltar que os valores aqui obtidos para *A. cribrarius* devem ser respeitados apenas para o litoral norte do Estado de São Paulo e proximidades, visto que alguns autores têm verificado uma relação inversa entre a latitude e o tamanho que a espécie considerada atinge a maturidade sexual (BERRILL, 1982; HINES, 1989). Dentre os fatores ambientais que apresentam uma influência direta sobre a maturidade estão a temperatura da água (KINNE, 1964; LEFFLER, 1972; SOMERTON, 1981) ou sua interação com o fotoperíodo (HINES, *op. cit.*).

Segundo FISCHLER (1965), a maturação sexual dos siris pode variar conforme a espécie enfocada, sendo atingida por *Callinectes danae* 18 meses após a eclosão larval, o que corresponde ao 27^o instar. A prova desta variação pode ser verificada nos dados obtidos por VAN ENGEL (1958) para o siri azul *Callinectes sapidus*, que atinge sua maturidade por volta do 18^o ao 20^o instar. A ausência de estudos sobre o crescimento populacional de exemplares de *A. cribrarius* impede a estimativa do instar e respectiva idade na qual a espécie em estudo atinge

sua maturidade.

Como a rede de arrasto é o instrumento de captura mais utilizado na pesca de camarões peneídeos no litoral paulista, foi preocupante a constatação de que cerca de 25 % dos exemplares de *A. cribrarius* dela advindos não se encontravam ainda maturos funcionalmente. Esta preocupação, no entanto, torna-se diluída pela falta de interesse pelo pescador neste produto, devolvendo os animais de menor porte (possivelmente os imaturos) novamente ao mar, evitando assim um impacto de maiores proporções. Num futuro próximo, caso haja o interesse em explorar comercialmente esta espécie (como ocorre com a do siri *C. sapidus* nos Estados Unidos), deve-se atentar para um tamanho mínimo de captura, evitando-se assim que a espécie seja superexplorada, entre em extinção, e comprometa não somente sua exploração, mas a estabilidade do ambiente bentônico marinho como um todo.

Segundo GONZÁLEZ-GURRIARÁN (1985), para que a estimativa da maturidade sexual seja mais fidedigna, são necessários que os resultados obtidos pelos diferentes métodos existentes possam ser confrontados. Tal aspecto foi realmente constatado no presente capítulo, concluindo-se que os estudos de maturidade sexual, com base nos caracteres sexuais secundários, devem ser, sempre que possível, acompanhados do exame macro ou microscópico das gônadas, visto que, muitas vezes, a maturidade morfológica e a fisiológica não são coincidentes.

TABELA V — *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Tamanho no início da maturidade sexual de algumas espécies de portunídeos já estudadas até o momento (MM = Maturidade morfológica; MF = Maturidade fisiológica; LC = Largura da carapaça).

ESPÉCIE	AUTOR/ANO	LC (mm)			
		MACHOS		FÊMEAS	
		MM	MF	MM	MF
<i>Arenaeus cribrarius</i> (2)	Presente estudo	52	63,4	59,7	59,6
<i>Callinectes danae</i> (1)	Pita <i>et al.</i> (1985)	± 67	—	55–60	± 55
<i>Callinectes danae</i> (1)	Gaspar (1981)	—	86,3	—	69,8
<i>Callinectes danae</i> (1)	Branco & Thives (1991)	98,5	—	88,8	—
<i>Callinectes ornatus</i> (1)	Haefner (1990)	51–60	< 60	± 41	50–65
<i>Callinectes ornatus</i> (1)	Branco & Lunardon-Branco (1993)	—	67	—	61
<i>Charybdis natator</i> (3)	Sumpton (1990)	—	—	80–95	—
<i>Liocarcinus depurator</i> (1)	Mori & Zunino (1987)	30	—	24	—
<i>Liocarcinus depurator</i> (1)	Muiño <i>et al.</i> (1993)	30,5–33,5	30	28,6–31,4	24
<i>Liocarcinus holsatus</i> (1)	Choy (1988)	18,5	28,5	17	25
<i>Liocarcinus puber</i> (1)	Choy (1988)	42	54	38	48
<i>Liocarcinus tuberculatus</i> (1)	Mori (1987)	28–33	—	25–32	—
<i>Macropipus puber</i> (2)	González-Gurriarán (1985)	57	56	53	—
<i>Ovalipes catharus</i> (2)	Armstrong (1988)	—	60–64,9	55	55–59,9
<i>Ovalipes stephensoni</i> (1)	Haefner (1985)	61	31–50	51	61–70
<i>Portunus pelagicus</i> (3)	Batoy <i>et al.</i> (1987)	—	± 37	—	± 39
<i>Portunus spinimanus</i> (2)	Santos (1994)	48	47	46,5	46
<i>Scylla serrata</i> (1)	Prasad & Neelakantan (1990)	81–90	97	81–90	91–100

(1) = largura da carapaça incluindo os espinhos laterais; (2) = largura da carapaça excluindo os espinhos laterais; (3) = comprimento da carapaça; (3) = sem informações se a largura da carapaça mensurada seja incluindo ou excluindo o espinho lateral.

III.7 - Referências Bibliográficas

- AGUILAR, A.T. & ESPINA, P.A. 1988. Observaciones biológicas sobre *Mursia gaudichaudi* (H. Milne Edwards, 1837) capturada en Valparaiso, Chile (Decapoda, Brachyura, Calappidae). *Cienc. y Tec. del Mar*, 12: 33-59.
- ANDERBERG, M.R. 1973. **Cluster analysis for applications**. Academic Press, New York. 359 p. (apud SOMERTON, 1980)
- ARMSTRONG, J.H. 1988. Reproduction in the paddle crab *Ovalipes catharus* (Decapoda: Portunidae) from Blueskin Bay, Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 22: 529-536.
- BATOY, C.B.; SARMAGO, J.F. & PILAPIL, B.C. 1987. Breeding season, sexual maturity and fecundity of the blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) in selected coastal waters in Leyte and Vicinity, Philippines. *Ann. Trop. Res.*, 9: 157-177.
- BERRILL, M. 1982. The life cycle of the green crab *Carcinus maenas* at the northern end of its range. *J. Crust Biol.*, 2: 31-39.
- BRANCO, J.O. & LUNARDON-BRANCO, M.J. 1993. Crescimento e tamanho na primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.*, 36 (3): 497-503.
- BRANCO, J.O. & THIVES, A. 1991. Relação Peso/Largura, Fator de condição e Tamanho na primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no manguezal do Itacorubi, SC, Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.*, 34 (3/4): 415-424.
- BROWN, R.B. & POWELL, G.C. 1972. Size at maturity in male alaskan tanner crab, *Chionoecetes bairdi*, as determined by allometry, reproductive tract weights, and size of precopulatory males. *J. Fish. Res. Board Canada*, 29 (4): 423-427.
- CAMPBELL, A. & EAGLES, M.D. 1983. Size at maturity and fecundity of rock crabs, *Cancer*

- irroratus*, from the Bay of Fundy and southwestern Nova Scotia. *Fish. Bull.*, 81(2): 357-362.
- CHOY, S.C. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* e *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. *Mar. Ecol.*, 9(3): 227-241
- CONAN, G.Y. & COMEAU, M. 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crab *Chionoecetes opilio*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43 (9): 1710-1719.
- CROCOS, P.J. 1987. Reproductive dynamics of the grooved tiger prawn, *Penaeus semisulcatus*, in the north-western Gulf of Carpentaria, Australia. *J. Exp. Mar. Freshw. Res.*, 38: 79-90.
- CROCOS, P.J. & KERR, J.D. 1983. Maturation and spawning of the banana prawn *Penaeus merguensis* de Man (Crustacea: Penaeidae) in the Gulf of Carpentaria, Australia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 69: 37-59.
- DAILEY, M.D. & RALSTON, S. 1986. Aspects of the reproductive biology, spatial distribution, growth, and mortality of the deepwater caridean shrimp, *Heterocarpus larvigatus*, in Hawaii. *Fish. Bull.*, 84 (4): 915-925.
- DRACH, P. 1933. Sur la croissance de l'abdomen chez les Brachyours. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 197: 93-95.
- EL HADY, H.A.; ABDEL RAZEK, F.A. & EZZAT, A. 1990. Reproduction of *Penaeus semisulcatus* De Haan in Dammam water (Arabia Gulf), Kingdom of Saudi Arabia. *Arch. Hydrobiol.*, 118 (2): 241-251.
- ENNIS, G.P.; HOOPER, R.G. & TAYLOR, D.M. 1988. Functional maturity in small male snow crabs (*Chionoecetes opilio*). *C. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45 (12): 2106-2109.
- ERDMAN, R.B. & BLAKE, N.J. 1988. Reproductive biology of female golden crabs *Geryon fenneri* Manning and Holthuis, from southeastern Florida. *Journal of Crustacean Biology*, 8 (3): 392-400

- FELDER, D.L. & LOVETT, D.L. 1989. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schmitt, 1935. *J. Crust. Biol.*, 9 (4): 540-553.
- FISCHLER, K.J. 1965. The use of catch-effort, catch-sampling, and tagging data to estimate a population of blue crabs. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 94 (4): 287-310.
- FINNEY, W.C. & ABELE, L.G. 1981. Allometric variation and sexual maturity in the obligate coral commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). *Crustaceana*, 41(2): 113-130.
- FONTELES-FILHO, A.A. 1989. **Recursos Pesqueiros. Biologia e Dinâmica Populacional.** Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza, 296 p.
- GASPAR, M.H. 1981. **Contribuição ao estudo biológico do "siri" *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda - Portunidae) do Rio Itiberê (Paranaguá - Paraná).** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 150 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. 1985. Reproducción de la nécora *Macropipus puber* (L.) (Decapoda, Brachyura), y ciclo reproductivo en la Ria de Arousa (Galicia, NW España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 2 (1): 10-32.
- GREY, K. A. 1979. Estimates of the size of first maturity of the western rock lobster *Panulirus cygnus*, using secondary sexual characteristics. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 30: 785-791.
- GUINOT, D. 1979. Données nouvelles sur la morphologie, la phylogénèse, et la taxonomie des Crustacés Décapodes Brachyours. *Mémoires du Muséum National D'Histoire Naturelle, Série A, Zoologie, Tome 112*: 1-354.
- HAEFNER, P.A., Jr. 1976. Distribution, reproduction and moulting of the rock crab, *Cancer irroratus* Say, 1917, in the mid-atlantic bight. *J. Nat. Hist.*, 10: 377-397.
- HAEFNER, P.A., Jr. 1985. Morphometry, reproduction, diet and epizoites of *Ovalipes stephensoni* Williams, 1976 (Decapoda, Brachyura). *J. Crust. Biol.*, 5 (4): 658-672.

- HAEFNER, P. A., Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of the rock crab, *Cancer irroratus* Say, 1917, in the mid-Atlantic Bight. *J. Nat. Hist.*, 10: 377-397.
- HARTNOLL, R.G. 1963. The biology of manx spider crabs. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 141: 423-496.
- HARTNOLL, R.G. 1968. Reproduction in the burrowing crab, *Corystes cassivelaunus* (Pennant, 1777) (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 15: 165-170.
- HARTNOLL, R.G. 1969. Mating in Brachyura. *Crustaceana*, 16: 161-181.
- HARTNOLL, R.G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary characters in crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 27 (2): 131-136.
- HARTNOLL, R.G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, 34(3): 281-293.
- HARTNOLL, R.G. 1982. Growth, 111-196. In: ABELE, L.G. (ed.). **The Biology of Crustacea. Embriology, Morphology and Genetics**. New York, Academic Press, inc. V. 2, 383 p.
- HARTNOLL, R.G. & GOULD, P. 1988. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production, 1-9. In: FINCHAM, A.A. & RAINBOW, P.S. (ed.). **Aspects of Decapod Crustacean Biology**. Oxford, Clarendon Press, 385 p.
- HINES, A.H. 1989. Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. *Bull. Mar. Sci.*, 45 (2):356-368.
- HOPKINS, T.H. 1963. Sexual dichromatism in three species of portunid crabs. *Crustaceana*, 5(3): 238-239.
- HUXLEY, J.S. 1924. The variation in the width of the abdomen in fiddler crabs considered in relation to its relative growth-rate. *Amer. Nat.*, 58: 468-475.

- HUXLEY, J.S. 1927. Further work on heterogonic growth. *Biol. Zentralbl.*, 47: 151-163.
- JAYAKODY, D.S. 1989. Size at onset of sexual maturity and onset of spawning in female *Panulirus homarus* (Crustacea, Decapoda, Palinuridae) in Sri Lanka. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 57: 83-87.
- KINNE, O. 1964. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. II. Salinity and temperature-salinity combinations. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 2: 281-339.
- KNUDSEN, J.W. 1960. Reproduction, life history, and larval ecology of the California Xanthidae, the pebble crabs. *Pac. Sci.*, 14: 3-17.
- KROUSE, J.S. 1973. Maturity, sex ratio, and size composition of the natural population of american lobster, *Homarus americanus*, along the Maine coast. *Fish. Bull.*, 71 (1): 165-173.
- KWEI, E.A. 1978. Size composition, growth and sexual maturity of *Callinectes latimanus* (Rath.) in two Ghanian lagoons. *Zool. J. Limn. Soc.*, 64: 151-175.
- KYOMO, J. 1988. Analysis of the relationship between gonads and hepatopancreas in males and females of the crab *Sesarma intermedia*, with reference to resource use and reproduction. *Mar. Biol.*, 97: 87-93.
- LEFFLER, C.W. 1972. Some effects of temperature in the growth and metabolic rate of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus*, in the laboratory. *Mar. Biol.*, 14: 104-110.
- LEWIS, E.G. 1977. Relative growth and sexual maturity of *Bathynectes superbus* (Costa) (Decapoda: Portunidae). *J. Nat. Hist.*, 11: 629-643.
- MACDIARMID, A.B. Size at onset of maturity and size-dependent reproductive output of female and male spiny lobsters *Jasus edwardsii* (Hutton) (Decapoda, Palinuridae) in northern New Zealand. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 127: 229-243.

- MORI, M. 1987. Observations on reproductive biology and diet of *Macropipus tuberculatus* (Roux) of the Ligurian Sea. *Inv. Pesq.*, 51 (Supl. 1): 147-152.
- MORI, M. & ZUNINO, P. 1987. Aspects of the biology of *Liocarcinus depurator* (L.) in the Ligurian Sea. *Inv. Pesq.*, 51 (Supl. 1): 135-145.
- MUIÑO, R.; FERNANDÉZ, L.; ARES, L.G.; VILAR, J.A.; FREIRE, J. & GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. 1993. Size at maturity in *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae): a morphometric study. *Proceedings of the First European Crustacean Conference*, Paris: 103.
- NASCIMENTO, M.T. & PERET, A.C. 1986. Reprodução e nutrição de *Bathygobius soporatur* (Cuvier & Valenciennes, 1837) do canal do Itajuru, Cabo Frio - RJ (Perciformes - Gobioidi - Gobiidae). *Ciência e Cultura*, 38 (8): 1404-1413.
- NAYLOR, T.H.; BALINTFY, J.L.; BURDICK, D.S. & CHU, K. 1966. **Computer Simulation Techniques**. John Wiley & Sons, New York, 352 p.
- PÉREZ, C. 1928. Caractères sexuels chez un crabe oxyrhynque (*Macropodia rostrata* L.). *C. R. Acad. Sci.*, 188: 91-93.
- PINHEIRO, M.A.A. 1991. **Distribuição e Biologia Populacional de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP**. Universidade Estadual Paulista (UNESP) - IB - Campus de Botucatu, 175 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. 1993. Relative Growth of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Brachyura, Portunidae), near Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 65 (3): 377-389.
- PITA, J.B.; RODRIGUES, E.S.; GRAÇA-LOPES, R. & COELHO, J.A.P. 1985. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no complexo baía-estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca*, 12 (4): 35-43.

- PRASAD, P.N. & NEELAKANTAN, B. 1990. Size at maturity in male crab *Scylla serrata* as determined by chela allometry and gonadal condition. *Fish. Technol.*, 27 (1): 25-29.
- RYAN, E.P. 1967. The morphometry of sexually mature instars in the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). *Proc. Symp. Crust., Mar. Biol. Ass. Ind., Part II*: 715-723.
- SANTOS, S. 1994. **Biologia Reprodutiva de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba, SP.** Universidade Estadual Paulista (UNESP) - IB - Campus de Botucatu, 158 p. (*Tese de Doutorado*)
- SARDÁ, F. 1991. Reproduction and moult synchronism in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda, Nephropidae) in the western Mediterranean: Is spawning annual or biennial?. *Crustaceana*, 60(2): 186-199.
- SOMERTON, D.A. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 1488-1494.
- SOMERTON, D.A. 1981. Regional variation in the size of maturity of two tanner crab (*Chionoecetes bairdi* and *C. opilio*) in the Bering Sea, and its use in defining management subareas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38: 163-174.
- SOMERTON, D.A. & MACINTOSH, R.A. 1983. The size at sexual maturity of blue king crab, *Paralithodes platypus*, in Alaska. *Fish. Bull.*, 81(3): 621-628.
- SUMPTON, W.D. 1990. Morphometric growth and fisheries biology of the crab, *Charybdis natator* (Herbst) in Moreton Bay, Australia (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 59(2): 113-120.
- TAISSOUN, N.E. 1970. Las especies de cangrejos del genero *Callinectes* (Brachyura) en el Golfo de Venezuela y Lago de Maracaibo. *Boletim del Centro de Investigaciones Biologicas Maracaibo*, 2: 1-102.

- VAN ENGEL, W. A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 1. **Reproduction, early development, growth, and migration.** *Commer. Fish. Rev.*, 20(6): 6-17.
- VANNINI, M. & GHERARDI, F. 1988. Studies on the pebble crab, *Eriphia smithi* MacLeay, 1838 (Xanthoidea, Menippidae): Patterns of relative growth and population structure. *Tropical Zoology*, 1: 203-216.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1962. Sobre a primeira maturação sexual e destruição de peixes imaturos. *Bolm. Inst. Oceanogr. S. Paulo*, 12(2): 5-38.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1982. **Manual de Métodos para Estudos Biológicos de Populações de Peixes. Reprodução e Crescimento.** Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108 p.
- ZANIBONI-FILHO, F. 1985. **Biologia da reprodução do Matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei: Characidae).** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia/Fundação Universidade do Amazonas, 134 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- WICHMANN, B.A. & HILL, I.D. 1982. An efficient and portable pseudo-random number generator (Algoritmo AS183). *Appl. Statist.*, 31: 188-190.
- WARNER, G.F. 1977. **The Biology of Crabs.** Elek Science, London, 202 p.
- WATSON, J. 1970. Maturity, mating and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27: 1607-1616.
- WENNER, A.M.; FUSARO, C. & OATEN, A. 1974. Size at onset of maturity and growth rate in crustacean populations. *Can. J. Zool.*, 52: 1095-1106.
- WRIGHT, H.O. 1968. Visual displays in brachyuran crabs: field and laboratory studies. *Am. Nat.*, 8: 655-665.

CAPÍTULO IV

Dinâmica reprodutiva de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil

IV.1 - Resumo

O estudo da dinâmica reprodutiva de crustáceos decápodos apresenta-se como uma importante informação de base no controle e manejo populacional de espécies economicamente viáveis. Neste sentido, o presente capítulo visa elucidar possíveis padrões reprodutivos para a espécie *A. cribrarius* com base na associação entre os estágios biológicos (muda, gônada, repleção da espermateca, desenvolvimento embrionário) e numa análise temporal e sazonal dos mesmos. Os exemplares foram coletados mensalmente durante um período bianual (maio/1991 a abril/1993), com redes de arrasto ("otter-trawl"), no litoral de Ubatuba, SP, Brasil, sendo posteriormente submetidos às análises biológicas. A delimitação do período reprodutivo foi realizada com base na frequência relativa de fêmeas ovígeras, aliada àquela do estágio gonadal maturo deste grupo de interesse. A associação entre os estágios biológicos, bem como os padrões sazonais de reprodução dos exemplares adultos da espécie, foram interpretados à luz de uma

análise de proporções multinomiais. Foram utilizados um total de 1.953 exemplares de *A. cribrarius* representados por 788 machos e 1.165 fêmeas, correspondendo, respectivamente, a 688 e 912 adultos. As fêmeas adultas foram copuladas durante a pós-muda, principalmente nos meses de outono, quando percebeu-se uma regressão gonadal nos machos (transferência de espermatóforos) e nas fêmeas (fenômeno de muda). *A. cribrarius* apresentou uma reprodução contínua na região estudada, apesar de mostrar certa sazonalidade relacionada aos meses de verão, onde as condições ambientais são mais favoráveis às larvas. Tal fato, possivelmente seja decorrente da reduzida variação da temperatura da água em regiões tropicais, bem como pela constatação de desovas consecutivas, comuns para esta espécie (50 % das fêmeas com ovos em estágio final apresentavam gônadas maduras). Além disso, verificou-se que 1,11 % das fêmeas adultas foram encontradas em pré-muda indicando a existência de pelo menos um segundo instar maturo, não apresentando, portanto, ecdise terminal. Os machos não apresentaram um padrão reprodutivo visível, tendo sido registradas grandes frequências mensais de exemplares em intermuda e com gônadas maduras durante todo o período estudado, denotando novamente a continuidade reprodutiva da espécie. Numa análise em áreas mais restritas (p. ex., enseada), é possível se evidenciar modas assíncronicas entre o período de muda dos machos e fêmeas adultos, no entanto, para a elucidação do período reprodutivo de uma espécie, faz-se necessária uma análise intensa em áreas mais amplas, propiciando-se assim sua determinação com maior fidedignidade.

IV.2 - Abstract

Reproductive dynamics for the decapod crustaceans shows very important information to populational management control of economically edible species. This chapter objectives are to characterize possible reproductive patterns of *A. cribrarius* based on associations among the biological stages (molt, gonad, spermatheca repletion, embrionary development of eggs) and

temporal and seasonal analyses of each one. Individuals of this species were collected monthly during two years (May/1991 to April/1993), with otter-trawls at Ubatuba coast, SP, Brazil, and afterwards submitted to biological analyses. Delimitation of the reproductive period was made based on the relative frequencies of ovigerous females and gonadal maturity stage of the adult females. Seasonal patterns of adult reproduction was established for each biological stage and related to the seasons of year with multinomial proportion analyses. Associations between biological stages were made in order to facilitate the interpretations. A total of 1953 individuals were collected (788 males and 1165 females). The adult females were mated during the pre-molt stage mainly on autumn months, when males and females gonads regression occurred (respectively due to spermatophore transfer and to the molt phenomenon). There were observed photoperiod influence on females gonad maturation, with the greater frequencies of mature specimens for the bigger months. Despite a more intensive occurrence of ovigerous females for the summer months, proving a more favorable set of conditions for the larvae, *A. cribrarius* showed a continuous reproduction cycle. This fact perhaps were due to reduced temperature variation of the tropical waters and to multiploous spawning of this species, because 50 % of females with finish development stage of eggs presented mature gonads. Anecdysse phenomenon was descarted for *A. cribrarius* since only 1,11 % of adult females were obtained in pre-molt stage. No patterns were obtained for the males reproduction, verifying very intensive and commuly the presence of intermolt and mature ones on every studied month. This finding characterize a continuity of the reproductive cycle. Asincronous molts of adult males and females were very perceptible in analyses made in small areas (i.e., Bays), therefore the reproductive period elucidation will be better shown if more intensive analyses are made on more extensive areas.

IV.3 - Introdução

Nas últimas décadas, tem-se percebido um incremento acentuado no número de estudos que tratam da bioecologia de crustáceos, principalmente quando se faz alusão aos representantes da Ordem Decapoda. Dentre as várias espécies que têm sido alvo dessas análises, os braquiúros constituem um grupo muito significativo, sendo que, de modo geral, um maior enfoque tem sido dado àquelas com algum potencial econômico. No Brasil, diversos pesquisadores têm realizado levantamentos sobre a distribuição (MELO, 1985; MELO *et al.*, 1989; VANIN, 1989; SARTOR, 1989; FRANSOZO *et al.*, 1992; SANTOS *et al.*, 1994; PINHEIRO *et al.*, *no prelo*) e biologia populacional de espécies desse grupo taxonômico (SCHEMY, 1980; PINHEIRO, 1991; MANTELATTO, 1991; BRANCO, 1991; SANTOS *et al.*, *no prelo*), o que se reveste de suma importância para a implantação de defesos pesqueiros e em futuros cultivos.

Na literatura carcinológica, um dos tópicos que tem merecido grande destaque é a biologia reprodutiva. Tendo em vista a vastidão do assunto, este tem sido tratado em diversas frentes distintas, englobando desde o aspecto ecológico (BROEKHUYSEN, 1941; HOESTLAND, 1948; HARTNOLL, 1965; HAEFNER, 1976; TOMIKAWA & WATANABE, 1992), comportamental (BOVBJERG, 1960; SWARTZ, 1976; DONALDSON & ADAMS, 1989; PINHEIRO, 1993), ontogenético (FRANSOZO & HEBLING, 1982; NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO, 1991; PINHEIRO *et al.*, 1994), histo-químico (HAEFNER, 1977; UMA & SUBRAMONIAN, 1979), chegando até a análises morfo-histológicas e ultra-estruturais de órgãos reprodutores (JOHNSON, 1980; RYAN, 1967 a,b; HINSCH, 1988; DIESEL, 1989; BENINGER *et al.*, 1991).

Segundo HARTNOLL & GOULD (1988), o padrão de reprodução e crescimento dos braquiúros é o mais diversificado quando comparado aos de outros crustáceos. No entanto,

algumas características mantêm-se constantes nesta Infraordem, tais como: 1) a exteriorização simultânea dos ovos durante a postura; 2) a permanência e a aderência dos ovos às cerdas pleopodiais da fêmea até sua eclosão; e 3) a não exteriorização de uma nova massa ovígera até que a anterior tenha eclodido. Em vista disso, para que haja uma compreensão mais holística do ciclo reprodutivo de determinada espécie, é necessário ainda um maior acúmulo de características variáveis (espécie-específicas), que poderão elucidar padrões evolutivos e adaptativos de maior coerência para os grupos taxonômicos ora existentes. Atendendo a esses propósitos, espécies de algumas famílias de braquiúros têm sido enfaticamente analisadas quanto à sua reprodução, como é o caso da Grapsidae (BOOLOOTIAN, 1965; PILLAY & ONO, 1978; SEIPLE, 1979; JONES, 1980; CONDE & DÍAZ, 1989; FLORES, 1993), Ocypodidae (HALEY, 1972; CHRISTY & SALMON, 1984; HENMI, 1989) e Xanthidae (KNUDSEN, 1960; CHEUNG, 1969; SWARTZ, 1978; MORGAN *et al.*, 1983; GOY *et al.*, 1985; TOMIKAWA & WATANABE, 1992). Por outro lado, outras espécies pertencentes às Famílias Portunidae, Majidae e Cancridae, têm figurado entre as mais estudadas, principalmente devido ao maior porte que podem atingir, servindo, assim, a propósitos alimentares e econômicos (HAEFNER, 1985).

Com relação aos estudos realizados com majídeos, vale ressaltar a preponderância de artigos tratando da reprodução dos caranguejos-aranha do gênero *Chionoecetes* (WATSON, 1970; DAVIDSON *et al.*, 1985; HAYNES *et al.*, 1976; BENINGER *et al.*, 1988; SAINT-MARIE, 1993), enquanto que, na Família Cancridae, as espécies mais utilizadas em análises reprodutivas são pertencentes ao gênero *Cancer* (HAEFNER, 1976; CAMPBELL & EAGLES, 1983; ORENSANZ & GALLUCCI, 1988; HANKIN *et al.*, 1989; HINES, 1991).

Os representantes da Família Portunidae apresentam um maior número de publicações quanto à reprodução, das quais, podem-se considerar como pioneiros os artigos de CHURCHILL (1919) e VAN ENGEL (1958), referentes ao siri azul *Callinectes sapidus*, e o de ARRIOLA (1940) sobre *Scylla serrata*. No entanto, a partir da década de 80, observa-se um

incremento nesses estudos, principalmente quanto à elucidação da época reprodutiva (DU PREEZ & MCLACHLAN, 1984; BATOY *et al.*, 1987; ARMSTRONG, 1988; INGLES & BRAUM, 1989; SUMPTON, 1990; SANTOS, 1994; MANTELATTO, 1995; COSTA, 1995), desova (PAUL, 1982; HEASMAN *et al.*, 1985) e análise do ciclo reprodutivo (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985; CHOY, 1988).

A determinação da época reprodutiva de crustáceos pleociematas (p. ex., *Infraordens Caridea*, *Brachyura*, *Anomura*) tem sido freqüentemente delimitada pelos meses de ocorrência de fêmeas incubando ovos nas cerdas pleopodiais. Dependendo da espécie e do regime ambiental-biótico a ela imposto, a época reprodutiva pode ser mais extensa, ocorrendo praticamente durante todo o ano (padrão contínuo), ou se restringir somente a alguns meses, quando as circunstâncias favoráveis possibilitam melhores condições de sobrevivência à prole (padrão descontínuo) (SASTRY, 1983).

De modo geral, a reprodução dos crustáceos e sua periodicidade são reflexos da pressão exercida pelo ambiente como um todo (fatores exógenos), aspectos particulares de cada organismo (fatores endógenos) ou uma interação de ambos (WENNER *et al.*, 1974; BATOY *et al.*, 1987). Entre os principais fatores exógenos considerados como reguladores do ciclo reprodutivo estão a temperatura da água (HEASMAN *et al.*, 1985; CAMPBELL & FIELDER, 1986; ARMSTRONG, 1988; FLORES, 1993; MANTELATTO, 1995) e o fotoperíodo (KNUDSEN, 1964; LITTLE, 1968; DE VRIES & FORWARDS, 1989; SAIGUSA, 1992). Fatores endógenos como a idade do indivíduo e modificações bioquímicas, metabólicas e hormonais, também podem interagir com os fatores exógenos, sincronizando determinados fenômenos reprodutivos como, por exemplo, a muda, a cópula, a atividade gonadal, etc. (SASTRY, *op. cit.*).

Outros fenômenos como a época de muda, a dinâmica gonadal e a incidência de fêmeas copuladas numa população têm sido pouco enfocados na literatura, constituindo-se numa

importante informação na elaboração do ciclo reprodutivo dos crustáceos e, conseqüentemente, no delineamento de defesos pesqueiros, no caso de uma futura exploração comercial.

No Brasil, os estudos que tratam da época em que os crustáceos de importância econômica se reproduzem ainda são insipientes e a proibição da pesca, quando existe, geralmente é feita por intermédio de análises realizadas em amostras tomadas regionalmente e com freqüência inapropriada para uma delimitação fidedigna.

Objetivos

Os objetivos deste capítulo são:

- Verificar a relação entre os estágios gonadais e de muda para cada sexo e dos estágios gonadais pelo desenvolvimento embrionário, tentando caracterizar possíveis padrões reprodutivos;
- Analisar a dinâmica gonadal e de muda dos machos e fêmeas adultos de *A. cribrarius*, bem como dos estágios de repleção da espermateca, estágios de desenvolvimento dos ovos e incidência de ovígeras das fêmeas adultas, visando-se determinar sua periodicidade;
- Estabelecer as taxas de resposta dos estágios biológicos anteriormente citados para cada estação do ano, caracterizando-as quanto a estes eventos, visando-se detectar possíveis padrões reprodutivos.

Importância

- *Arenaes cribrarius* (Lamarck, 1818) é uma das espécies de portunídeos nativas do litoral brasileiro. Tendo em vista que a localidade tipo desta espécie é o Brasil (WILLIAMS, 1984), sua abundância é relativamente grande, valendo citar o trabalho de composição dos braquiúros da Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP, onde esse animal ocupa o terceiro lugar em abundância relativa (FRANSOZO *et al.*, 1992). Apesar de sua ampla distribuição, poucas informações estão disponíveis sobre seus aspectos biológicos, destacando-se, entre outros, o trabalho realizado por PINHEIRO (1991) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP, relativo a seus aspectos distribucionais e biologia populacional. A única informação que se tem sobre aspectos reprodutivos dessa espécie é o artigo que trata de seu desenvolvimento larval, onde foram descritos 8 estágios de zoea e um de megalopa (STUCK & TRUESDALE, 1988). Com esta exceção, pouco se sabe sobre o ciclo e a época reprodutiva desse siri.

Hipóteses

- O ciclo reprodutivo de *A. cribrarius* em Ubatuba, SP, é de contínuo em decorrência da reduzida variação térmica característica de regiões intertropicais;
- Os machos, quando em intermuda, apresentam maior percentual de gônadas maduras, copulando com fêmeas em pós-muda (muda recente), as quais não precisam necessariamente estar com as gônadas maduras nessa ocasião.

IV.4 - Metodologia

Os exemplares de *A. cribrarius* foram coletados na região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, utilizando-se um barco comercial para pesca de camarão, munido de rede de arrasto do tipo "otter-trawl" com 15 mm entre-nós na panagem e 10 mm entre-nós em sua região terminal (saco).

As coletas foram realizadas mensalmente, durante um período de dois anos (maio/1991 a abril/1993), em locais preestabelecidos nas Enseadas da Fortaleza (1º ano) e de Ubatuba (2º ano) (vide figura 2 do Capítulo I), segundo as preferências ambientais da espécie em questão (PINHEIRO, 1991).

Cada coleta mensal foi constituída de dois arrastos de aproximadamente 90 minutos, totalizando um mínimo de 3 horas de esforço-captura/mês. Nos meses em que a abundância da espécie mostrou-se reduzida, o número de arrastos foi aumentado com o intuito de se trabalhar nas análises com um número mais expressivo de exemplares.

Após cada arrasto, os indivíduos de *A. cribrarius* foram triados das demais espécies e acondicionados em sacos plásticos devidamente etiquetados. Posteriormente, estes foram congelados, transportados em caixas térmicas até o Laboratório de Carcinologia II do NEBECC (Depto. de Zoologia, UNESP - Campus de Botucatu), e finalmente mantidos num congelador até seu manuseio. Nessa ocasião, após um prévio descongelamento à temperatura ambiente, os animais foram submetidos às diversas análises biológicas e os dados obtidos transcritos em tabelas específicas.

Inicialmente os espécimes foram sexados e discriminados quanto à fase de maturação, em jovens (imaturos) ou adultos (maturados) - conforme a metodologia descrita no Capítulo III -, além de ser anotada também a presença de ovos no abdome das fêmeas.

A determinação da época reprodutiva de *A. cribrarius* foi obtida pelos meses de ocorrência das fêmeas ovígeras, baseando-se em seu percentual com relação ao total de fêmeas adultas, evitando-se, assim, a influência negativa das fêmeas juvenis que não entraram ainda no processo reprodutivo. Além disso, tais dados foram confrontados com o período no qual as fêmeas apresentaram gônadas maduras, tentando-se minimizar possíveis erros de captura dos exemplares ovígeros em decorrência de seu hábito críptico (enterraram-se sob o sedimento).

Todos os indivíduos foram submetidos a uma análise macroscópica das gônadas (vide tabela I e figura 4 do Capítulo III), seguindo a metodologia proposta por HAEFNER (1976) e ERDMAN & BLAKE (1988). Além disso, seu estágio de muda foi também estabelecido, seguindo as características diagnósticas da tabela I, que resume os dados obtidos por DRACH & TCHERNIGOVITZEFF (1967), YAMAOKA & SCHEER (1970) e O'HALLORAN & O'DOR (1988).

As fêmeas tiveram a espermateca examinada quanto ao grau de repleção de espermátóforos, sendo classificadas em dois estágios: vazia (± 5 mm de comprimento e aparência flácida); e cheia (± 15 mm de comprimento, contendo em seu interior uma grande massa gelatinosa de espermátóforos de aspecto esbranquiçado ou translúcido denominada "plug" espermático). Além disso, cada fêmea ovígera teve uma amostra de seus ovos examinada quanto a coloração e morfologia interna, estabelecendo-se assim seu sub-estágio embrionário (1 a 10 segundo BOOLOOTIAN *et al.* (1959), agrupados posteriormente em três estágios (inicial, intermediário e final) para maior facilidade nas análises estatísticas (Tab. II).

Vale ressaltar aqui que todos os estágios biológicos citados anteriormente foram adaptados para a espécie em questão, por ocasião de coletas realizadas previamente.

Para caracterização da associação entre os estágios biológicos, foram efetuadas tabelas de contingência para os exemplares machos e fêmeas adultos, confrontando-se os estágios de

muda com os de maturação gonadal. Para as fêmeas adultas, foi realizada ainda uma relação entre os estágios de desenvolvimento dos ovos com aqueles de maturação gonadal. Neste caso, com o objetivo de aumentar o número de espécimes para as análises estatísticas, foram utilizados os registros de 263 exemplares coletados no estudo realizado por PINHEIRO (1991) na Enseada da Fortaleza (Ubatuba, SP), consistindo de 143 machos adultos, 82 fêmeas adultas não ovígeras e 38 fêmeas ovígeras.

Quanto aos estágios biológicos analisados (gônada, muda, repleção da espermateca e estágio dos ovos), procedeu-se também seu cálculo percentual mensal, respectivamente para os machos e fêmeas adultos, confeccionando-se gráficos de área para melhor visualização da dinâmica dos eventos reprodutivos. Além disso, para uma caracterização do período de ocorrência de determinado estágio biológico, foram registrados os meses onde sua frequência assumiu valores superiores a determinado percentual preestabelecido (no caso, ao redor de 25 %) (JENSEN & ARMSTRONG, 1989; ABELLÓ, 1989; SARDÁ, 1991). Posteriormente, estes foram confrontados interanualmente verificando-se a existência de possíveis padrões fixos de ocorrência (PF).

A elucidação de possíveis padrões sazonais da reprodução de *A. cribrarius* foi executada confrontando-se as estações do ano com os estágios de muda, gônada, desenvolvimento embrionário dos ovos, repleção da espermateca e incidência de ovígeras. Para isso, os meses de coleta do período de estudo foram agrupados trimestralmente correspondendo às estações do ano conforme segue: janeiro a março (verão), abril a junho (outono), julho a setembro (inverno); e outubro a dezembro (primavera). Posteriormente, procedeu-se a distribuição dos exemplares da espécie, por grupo de interesse nesses períodos limitantes, aumentando-se, dessa forma, o número de espécimes para as análises estatísticas. Tais resultados foram interpretados à luz do teste de GOODMAN (1964 e 1965) para comparação - entre e/ou dentro - de proporções multinomiais (aqui denominadas taxas de resposta), sendo estabelecido

um nível de significância de 5 % ($p < 0,05$). Tais análises foram realizadas pelo Pólo Computacional da UNESP - Campus de Botucatu, utilizando-se o programa MANAP.

Os registros diários de temperatura da água e precipitação durante o período estudado foram obtidos junto à Base Norte do Instituto Oceanográfico da USP (IO/USP). Os dados de fotoperíodo (compreendido entre o nascimento e ocaso do sol), bem como da radiação solar (fora da atmosfera), foram calculados mensalmente empregando-se a metodologia descrita por SELLERS (1965) e VAREJÃO-SILVA & CEBALLOS (1982), utilizando-se a latitude média da área estudada ($23^{\circ} 30' S$). A comparação entre os valores médios de cada fator foi efetuada utilizando-se o programa ESTAT 2 (desenvolvido pelo Prof. Dr. José Carlos Barbosa - Depto. de Ciências Exatas da UNESP - Campus de Jaboticabal) à luz de um delineamento inteiramente casualizado com número distinto de repetições (temperatura), ou similar de repetições (precipitação, fotoperíodo e radiação), interpretados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A verificação de uma possível influência da temperatura e fotoperíodo sobre a maturação gonadal dos machos e fêmeas adultos, bem como da ocorrência de exemplares ovígeros, foi realizada por interpretação gráfica dos resultados.

TABELA I - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Estágios do ciclo de muda (modificado de DRACH & TCHERNIGOVITZEFF, 1967; YAMAOKA & SCHEER, 1970; e O'HALLORAN & O'DOR, 1988).

ESTÁGIOS	SUB-ESTÁGIOS	CARACTERÍSTICAS
PÓS-MUDA (MUDA RECENTE)	A (A ₁ - A ₂)	Exoesqueleto ainda é pouco mineralizado (mole), apresentando coloração viva e brilhante.
	B (B ₁ - B ₂)	O exoesqueleto apresenta ainda certa flexibilidade, podendo ser deformado sem quebrar, apresentando coloração viva e brilhante. Os quelípodos quebram se forem curvados.
INTERMUDA	C (C ₁ - C ₄)	Exoesqueleto completamente mineralizado apresentando grande rigidez. Geralmente observa-se a presença de epibiontes (cracas, briozoários, túbulos de poliquetos, etc.) ou encontra-se enegrecido por bactérias quitinolíticas.
PRÉ-MUDA	D (D ₀ - D ₄)	Perda de pigmentação no exoesqueleto, que se encontra com coloração empalidecida. As suturas epimerais da carapaça e do mero dos quelípodos tornam-se mais visíveis, quebrando-se facilmente sob leve pressão (reabsorção mineral para o novo exoesqueleto). Observa-se a formação do novo exoesqueleto logo abaixo do antigo.

TABELA II - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos (modificado de BOOLOOTIAN *et al.*, 1959)

ESTÁGIOS	SUB-ESTÁGIOS	CARACTERÍSTICAS
INICIAL	1	Sem segmentação visível Cor: Laranja brilhante
	2	Início da clivagem Cor: Laranja brilhante
	3	Início da invaginação. A larva ocupa 1/4 do ovo Cor: Laranja escuro
	4	A larva ocupa 1/3 do ovo Cor: Laranja escuro - Ocre
INTERMEDIÁRIO	5	Início da formação do olho da larva que ainda ocupa 1/3 do ovo Cor: Laranja escuro - Ocre
	6	Os pigmentos embrionários tomam-se visíveis. A larva ocupa 1/2 do ovo Cor: Ocre
	7	A larva encontra-se intensamente pigmentada e ocupa 2/3 do ovo Cor: Ocre - Marrom claro
	8	O vitelo encontra-se reduzido a duas partes fragmentadas e a larva ocupa 3/4 do ovo Cor: Marrom escuro
FINAL	9	A larva (zoea) ocupa toda a região interna do ovo Cor: Marrom escuro - Preto
	10	Cutícula do ovo apresenta indícios de fragmentação Cor: Preta

IV.5 - Resultados

Dinâmica e sazonalidade dos fatores ambientais

TEMPERATURA - A temperatura da água apresentou pequena variação durante o período de estudos, mostrando uma média geral relativamente elevada ($24,95 \pm 1,71$ °C), abrangida por valores médios mínimo e máximo de, respectivamente, 20,6 °C (setembro/1991) e 29,4 °C (março/1993). Numa análise mensal, verificaram-se temperaturas médias menos elevadas durante o período compreendido entre julho e outubro (inverno ao início da primavera), enquanto que, de dezembro a abril (final da primavera ao início do outono), foram registradas as temperaturas médias mais elevadas (Fig. 1).

Segundo o teste de Tukey, o verão foi caracterizado por apresentar a maior temperatura média da água (27,94 °C), contrastando com as médias obtidas no outono (25,30 °C) e primavera (24,86 °C) - similares entre si - e com a menor verificada no inverno (21,71 °C) (Tab. III).

PRECIPITAÇÃO - A precipitação pluviométrica na área de coletas mostrou grande variação durante o período estudado, apresentando menor precipitação total no mês de junho/1992 (22,2 mm) e maior em março/1993 (531,3 mm) (Fig. 1).

Numa análise sazonal (Tab. III) verificou-se que as médias de precipitação não se mostraram contrastantes entre as estações do ano ($p > 0,05$). Apesar disso, verificou-se uma maior intensidade de chuvas no verão (250,4 mm), sendo seguida pelos meses de primavera (171,4 mm), inverno (124,5 mm) e outono (116,0 mm).

FOTOPERÍODO E RADIAÇÃO SOLAR - Independentemente do ano considerado, os meses que mostraram maior fotoperíodo foram aqueles compreendidos entre outubro e março (respectivamente primavera e verão), enquanto os meses de abril a setembro (respectivamente

outono e inverno) foram caracterizados pelos menores valores (Fig. 2). O mesmo foi verificado para a radiação durante o período de estudos.

Na tabela III pode-se verificar que a primavera e verão apresentaram-se similares por mostrarem as maiores médias de fotoperíodo e radiação, contrastando com as menores médias verificadas para o outono e inverno que foram, por sua vez, similares entre si.

Sumarizando os dados contidos na tabela III, é possível caracterizar as estações do ano do seguinte modo: **a - Verão** (dias longos com maior precipitação e temperaturas elevadas), **b - Outono** (dias curtos com menor precipitação e temperaturas em declínio); **c - Inverno** (dias curtos com menor precipitação e temperaturas reduzidas); e **d - Primavera** (dias longos com maior precipitação e temperaturas em ascensão).

Frequência relativa dos grupos de interesse

Foram coletados um total de 1.953 exemplares de *A. cribrarius*, representados por 788 machos (100 jovens e 688 adultos) e 1.165 fêmeas (253 jovens, 731 adultas sem ovos e 181 ovígeras) (Tab. IV). Na figura 3 e tabela IV pode-se verificar que, com exceção dos machos jovens e fêmeas ovígeras, os demais grupos de interesse estiveram presentes durante todos os meses do período de estudos.

ANÁLISE TEMPORAL DAS FÊMEAS OVÍGERAS - Das 912 fêmeas adultas obtidas durante o período estudado, verificou-se um predomínio de fêmeas adultas não ovígeras (80,15 %) sobre as ovígeras (19,85 %). Com exceção do mês de maio/1992, as fêmeas ovígeras estiveram presentes em todos os meses de estudo, apresentando, quando relacionadas às fêmeas adultas não ovígeras, percentuais em torno de 3,7 % (março/1993) a 79,25 % (fevereiro/1992). No primeiro ano de estudos (maio/1991 a abril/1992) as fêmeas ovígeras mostraram maior frequência nos meses de

maio/1991, julho a outubro/1991 e dezembro/1991 a março/1992. No entanto, no segundo ano (maio/1992 a abril/1993) verificou-se uma redução substancial de fêmeas ovígeras, as quais mostraram maior frequência nos meses de julho/1992 a janeiro/1993 (Fig. 4). Numa análise comparativa dos meses de maior frequência de fêmeas ovígeras entre os dois anos de amostragens, constatou-se um *PF* de fêmeas ovígeras para os meses de janeiro e julho (Fig. 12).

ANÁLISE SAZONAL DAS FÊMEAS OVÍGERAS - A maior taxa de resposta para as fêmeas ovígeras foi constatada no verão, diferindo significativamente daquelas verificadas para as demais estações do ano (Tab. V e Fig. 5). No inverno obteve-se a segunda maior taxa que contrastou com as de verão e outono não se mostrando distinta daquela verificada na primavera.

Dinâmica dos estágios biológicos

Estágios de muda

MACHOS ADULTOS - Na figura 6 pode-se consultar os percentuais mensais de cada estágio de muda. Exemplares em pós-muda foram registrados durante todos os meses do período amostrado, apresentando frequências superiores a 25 % durante os seguintes meses: junho/1991, setembro a dezembro/1991; março a junho, agosto e setembro/1992; e dezembro/1992 a janeiro/1993. Um padrão fixo de muda foi evidenciado para os meses de julho, setembro e dezembro.

Os indivíduos em intermuda estiveram presentes durante todos os meses do período amostrado, tendo sido registradas frequências mensais de 28,57 % a 89,19 %, evidenciando um *PF* contínuo (Fig. 12).

FÊMEAS ADULTAS - Considerando-se os dois anos de coletas percebe-se que as maiores frequências de espécimes em pós-muda foram obtidas para o período de junho a agosto/1991,

bem como para maio/1992 e abril/1993 (Fig. 7). Não foi constatado qualquer *PF* de muda para este grupo de interesse quando os registros mensais foram confrontados interanualmente (Fig. 12).

Estágios gonadais

MACHOS ADULTOS - Com exceção do mês de março/1992, animais com gônadas maduras estiveram presentes em todos os meses de amostragem, nunca sendo registradas frequências inferiores a 27 % (Fig. 8). As maiores frequências foram registradas de dezembro/1991 a fevereiro/1992; maio e setembro a novembro/1992; e fevereiro a abril/1993. Na figura 12 percebe-se um longo *PF* de gônadas maduras para este grupo de interesse, correspondendo a todo período anual excetuando-se o mês de março (ausência no primeiro ano de estudos).

FÊMEAS ADULTAS - No período de amostragem foram verificados indivíduos com gônadas maduras em maior frequência de outubro/1991 a abril/1992 e de junho/1992 a março/1993 (Fig. 9). Na figura 12 percebe-se um *PF* de fêmeas maduras durante os meses de outubro a março (respectivamente primavera e verão).

Por outro lado, as maiores frequências de espécimes com gônadas em maturação foram registradas de maio a setembro/1991, maio/1992, além de março e abril/1993. Neste caso, verificou-se a presença de um *PF* mais reduzido, ocorrendo entre abril e junho (outono).

Estágios de repleção da espermateca

Com exceção de dezembro/1991 foram registradas fêmeas adultas com espermateca cheia (cópula recente) em todos os meses do período estudado (Fig. 10), mostrando as maiores frequências para o período de maio a novembro/1991; maio, junho e novembro/1992, e de janeiro a abril/1993. Um *PF* foi caracterizado para os meses de maio, junho e novembro

(Fig. 12).

Estágios embrionários dos ovos

Excetuando-se o mês de maio/1992, as fêmeas ovígeras foram obtidas em todas as amostras mensais (Fig. 11), verificando-se, na maioria dos casos, um predomínio do estágio inicial (vide tópico sazonalidade dos estágios biológicos). No entanto, um *PF* para as fêmeas ovígeras de *A. cribrarius* foi verificado somente para os meses de janeiro (verão) e julho (inverno) (Fig. 12).

As maiores frequências de fêmeas com ovos em estágio inicial de desenvolvimento foram registradas durante todo o período de estudos, encontrando-se um *PF* de desova para os períodos de janeiro a abril e de junho a outubro (Fig. 12).

Fêmeas com ovos em estágio final de desenvolvimento foram mais freqüentes nos meses de maio e novembro/1991; janeiro, abril, julho, setembro e dezembro/1992; e fevereiro e março/1993. Neste caso, não foi verificada a presença de qualquer padrão fixo de ocorrência (Fig. 12).

Associação entre os estágios biológicos

Muda x Gônada

MACHOS ADULTOS - De um total de 831 machos adultos analisados, 50,66% apresentaram gônadas maduras, sendo seguidos por aqueles em maturação (35,14%) e, posteriormente, pelos imaturos (14,20%). Quanto aos estágios de muda, 72,08 % dos exemplares analisados encontravam-se em estágio de intermuda, 23,83 % em pós-muda, e apenas 4,09 % em pré-muda (Tab. VI).

Na pós-muda 56,6 % dos exemplares analisados apresentaram gônadas em maturação, diferindo significativamente dos percentuais verificados para aqueles com gônadas imaturas (32,8 %) e maduras (10,6 %), os quais também contrastaram entre si. Na intermuda, no entanto, 65,3 % dos indivíduos encontravam-se com gônadas maduras, contrastando com aqueles em maturação (27,7 %) e com os imaturos (7,0 %). Na pré-muda, os percentuais obtidos para cada estágio gonadal foram similares entre si.

FÊMEAS ADULTAS - Das 994 fêmeas adultas analisadas, verificou-se que 58,75% apresentavam gônadas em maturação, sendo sucedidas por aquelas maduras (40,24%) e, posteriormente, pelas imaturas (1,01 %). Verificou-se também que 84,81 % dos exemplares analisados encontravam-se em intermuda, 14,08 % em pós-muda, e somente 1,11 % em pré-muda (Tab. VII).

Fixando-se o estágio de pós-muda, verificou-se que 93,6% dos espécimes analisados encontravam-se com gônadas em maturação, percentual este distinto daqueles verificados para os imaturos (5,7 %) e maduros (0,7 %), que também apresentaram-se contrastantes. No estágio de intermuda os percentuais mantêm-se ainda distintos entre si, onde os animais com gônadas em maturação ainda predominam sobre os demais (52,6 %); apesar disso, quando comparado ao estágio anterior percebe-se uma inversão dos valores obtidos para indivíduos maduros (47,2 %) e imaturos (0,2 %). Na pré-muda, mantêm-se ainda o domínio de indivíduos com gônadas em maturação (90,9 %), contrastando com os valores obtidos para gônadas maduras e imaturas que foram similares entre si.

FÊMEAS ADULTAS COM ESPERMATECA CHEIA - De um total de 994 fêmeas adultas, 252 (25,35 %) encontravam-se nessa situação, sendo 53,17 % destas em pós-muda e 46,83 % em intermuda. Não foram encontradas fêmeas em pré-muda com espermateca cheia (Tab. VIII).

De modo geral, os maiores percentuais de fêmeas com espermateca cheia estiveram associados ao estágio gonadal em maturação (96,43 %), sendo pouco expressivos os valores

encontrados para os demais estágios gonadais. Tal fato manteve-se inalterado quando cada um dos estágios de muda foram fixados separadamente, observado-se percentuais de 96,3 % e 96,6 % respectivamente para o estágio de pós-muda e intermuda.

Ovos x Gônadas

Das 219 fêmeas ovígeras analisadas, 56,62 % encontravam-se com ovos no início do desenvolvimento embrionário, sendo os estágios intermediário e final representados respectivamente por 22,37 % e 21,01 %. Das fêmeas ovígeras, 77,63 % encontravam-se com o ovário em maturação, enquanto que 22,37 % apresentavam-no maturo. Não foi verificado qualquer exemplar ovígero com ovários imaturos (Tab. IX).

Fixando-se o estágio inicial de desenvolvimento embrionário verificou-se que 90,3 % das fêmeas encontravam-se com as gônadas em maturação, contrastando com os percentuais obtidos para gônadas maduras e imaturas que não diferiram entre si. Tal fato manteve-se inalterado para o estágio intermediário, embora o percentual de indivíduos com gônadas em maturação tenha-se reduzido (71,4 %). Já em relação ao estágio final, verificou-se uma similaridade entre os percentuais de fêmeas com gônadas em maturação e maduras (50,0 %).

Sazonalidade dos estágios biológicos

Estágios de muda

MACHOS ADULTOS - Numa comparação entre estações do ano, para cada um dos estágios de muda fixados, verificou-se que as taxas de resposta não diferiram significativamente entre si. Indistintamente, cada uma das quatro estações analisadas mostraram um predomínio de machos adultos em estágio de intermuda, sendo seguidos posteriormente por aqueles em pós-muda e pré-muda (Tab. X e Fig. 13).

FÊMEAS ADULTAS - As fêmeas adultas em pré-muda não mostraram diferença significativa quando as taxas das estações foram comparadas entre si. Fixando-se o estágio de pós-muda, constatou-se a maior taxa de resposta para o outono, a qual contrastou apenas com a de verão; tal aspecto se inverteu quando se fez uma comparação entre as taxas fixando-se o estágio de intermuda (Tab. XI e Fig. 14).

Estágios gonadais

MACHOS ADULTOS - No outono verificou-se uma similaridade entre as taxas dos exemplares com gônadas em maturação e maduras, contrastando com aquela obtida para o estágio imaturo. Nas demais estações, as taxas de estágios gonadais apresentaram-se significativamente distintas entre si, mostrando predomínio do estágio maturo em relação aos demais (Tab. XII e Fig. 15).

FÊMEAS ADULTAS - Foram registrados somente exemplares apresentando estágio gonadal em maturação e maturo, correspondendo, respectivamente a 61,07 % e 38,93 % dos 912 animais analisados.

A primavera foi caracterizada por apresentar um predomínio de exemplares com gônadas maduras em relação àqueles em maturação, invertendo-se tal fato quando cada uma das demais estações do ano foram fixadas separadamente.

Fixando-se o estágio gonadal maturo, verificou-se a maior taxa de resposta para a primavera, contrastando com aquelas verificadas para o verão e inverno (similares entre si), bem como com a do outono (menor taxa). Tal fato se inverteu quando o estágio em maturação foi fixado, encontrando-se a maior e a menor taxas de resposta, respectivamente, para o outono e a primavera (Tab. XIII e Fig. 16).

Estágios de repleção da espermateca

Fixando-se o estágio cheio, verificou-se a maior taxa de resposta para o outono, a qual contrastou com aquelas verificadas para as demais estações do ano. Um fato inverso foi constatado quando se fixou o estágio vazio (Tab. XIV e Fig. 17).

Estágios embrionários dos ovos

Das 181 fêmeas ovígeras analisadas, 101 (55,80 %) apresentavam ovos em estágio inicial de desenvolvimento embrionário, enquanto que aquelas em estágio embrionário intermediário e final apresentavam, respectivamente, 45 (24,86 %) e 35 exemplares (19,34 %).

Não foi constatada qualquer diferença significativa entre as taxas de resposta obtidas para as estações do ano fixando-se cada um dos estágios embrionários dos ovos (Tab. XV e Fig. 18). Em todas as estações obtiveram-se taxas de estágio inicial de desenvolvimento embrionário significativamente superiores àquelas dos estágios intermediário e final, sendo estas duas últimas similares.

Na figura 19 pode-se consultar uma sinopse dos dados de frequência para cada um dos principais estágios biológicos de interesse à reprodução de *A. cribrarius* já analisados anteriormente.

TABELA III - Valores médios da temperatura da água, precipitação, fotoperíodo e radiação solar em cada uma das estações do ano para a região de Ubatuba, SP, Brasil, durante o período de maio/1991 a abril/1994.

ESTAÇÕES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	FOTOPERÍODO (h)	RADIAÇÃO (cal/cm ² /dia)
VERÃO	27,94 c*	250,4 a	12,8 b	952,0 b
OUTONO	25,30 b	171,4 a	11,2 a	621,2 a
PRIMAVERA	21,71 a	124,5 a	11,4 a	690,3 a
INVERNO	24,86 b	116,0 a	13,0 b	982,0 b

* Fixando-se o fator ambiental as médias seguidas pela mesma letra não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$).

TABELA IV - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Número de indivíduos de cada grupo de interesse, capturados mensalmente no período de maio/1991 a abril/1993 na região de Ubatuba, SP.

MÊS/ANO	MACHOS		FÊMEAS			TOTAL
	JOVENS	ADULTOS	JOVENS	ADULTAS (S/ OVOS)	OVÍGERAS	
MAIO/1991	10	31	1	6	3	51
JUNHO	12	58	4	31	8	113
JULHO	27	62	10	16	7	122
AGOSTO	12	9	4	10	5	40
SETEMBRO	16	30	5	25	20	96
OUTUBRO	6	23	-	13	13	55
NOVEMBRO	12	45	4	33	5	99
DEZEMBRO	1	4	-	1	1	7
JANEIRO/1992	2	10	1	8	5	26
FEVEREIRO	2	23	-	11	42	78
MARÇO	17	14	9	14	10	64
ABRIL	20	18	12	28	2	80
MAIO	1	31	1	10	-	43
JUNHO	13	38	5	68	3	127
JULHO	4	16	1	40	13	74
AGOSTO	8	32	5	60	7	112
SETEMBRO	3	27	-	76	4	110
OUTUBRO	3	27	-	51	4	85
NOVEMBRO	3	41	-	44	3	91
DEZEMBRO	6	18	2	39	3	68
JANEIRO/1993	32	28	19	21	14	114
FEVEREIRO	23	28	9	25	3	88
MARÇO	15	38	8	52	2	115
ABRIL	5	37	-	49	4	95
TOTAL	253	688	100	731	181	1953

TABELA V - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas relativas ao estado ovígero das fêmeas adultas em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTADO DAS FÊMEAS ADULTAS		TOTAL
	NÃO OVÍGERAS	OVÍGERAS	
VERÃO	0,633 a ⁽¹⁾ B ⁽²⁾	0,367 c A	207
OUTONO	0,906 c B	0,094 a A	212
INVERNO	0,802 b B	0,198 b A	283
PRIMAVERA	0,862 bc B	0,138 ab A	210
TOTAL	731	181	912

(1) Fixado o estado das fêmeas adultas, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas do estado das fêmeas adultas seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

TABELA VI - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas de maturação gonadal dos machos adultos em relação aos estágios de muda.

ESTÁGIOS DE MUDA	ESTÁGIOS GONADAIS			TOTAL
	IMATURO	EM MATURAÇÃO	MATURO	
PÓS-MUDA	0,328 b ⁽¹⁾ B ⁽²⁾	0,566 b C	0,106 a A	198
INTERMUDA	0,070 a A	0,277 a B	0,653 b C	599
PRÉ-MUDA	0,324 b A	0,412 ab A	0,265 a A	34
TOTAL	118	292	421	831

(1) Fixado o estágio gonadal, as taxas dos estágios de muda seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixado o estágio de muda, as taxas de maturação gonadal seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

TABELA VII - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas de maturação gonadal das fêmeas adultas em relação aos estágios de muda.

ESTÁGIOS DE MUDA	ESTÁGIOS GONADAIS			TOTAL
	IMATURO	EM MATUREZAÇÃO	MATURO	
PÓS-MUDA	0,057 b ⁽¹⁾ B ⁽²⁾	0,936 b C	0,007 a A	140
INTERMUDA	0,002 a A	0,526 a C	0,472 b B	843
PRÉ-MUDA	0,000 a A	0,909 b B	0,091 a A	11
TOTAL	10	584	400	994

(1) Fixado o estágio gonadal, as taxas dos estágios de muda seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixado o estágio de muda, as taxas de maturação gonadal seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

TABELA VIII - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas de maturação gonadal das fêmeas adultas (com spermateca cheia) em relação aos estágios de muda.

ESTÁGIOS DE MUDA	ESTÁGIOS GONADAIS			TOTAL
	IMATURO	EM MATUREZAÇÃO	MATURO	
PÓS-MUDA	0,037 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	0,963 a B	0,000 a A	134
INTERMUDA	0,008 a A	0,966 a B	0,025 a A	118
TOTAL	6	243	3	252

(1) Fixado o estágio gonadal, as taxas dos estágios de muda seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixado o estágio de muda, as taxas de maturação gonadal seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

TABELA IX - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas de maturação gonadal das fêmeas ovígeras em relação aos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos.

ESTÁGIOS EMBRIONÁRIOS DOS OVOS	ESTÁGIOS GONADAIS			TOTAL
	IMATURO	EM MATURAÇÃO	MATURO	
INICIAL	0,000 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	0,903 b B	0,097 a A	124
INTERMEDIÁRIO	0,000 a A	0,714 a B	0,286 b A	49
FINAL	0,000 a A	0,500 a B	0,500 b B	46
TOTAL	-	170	49	219

(1) Fixado o estágio gonadal, as taxas dos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixado o estágio de desenvolvimento embrionário dos ovos, as taxas de maturação gonadal seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

TABELA X - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas dos estágios de muda dos machos adultos em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTÁGIOS DE MUDA			TOTAL
	PRÉ-MUDA	INTERMUDA	PÓS-MUDA	
VERÃO	0,043 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	0,716 a C	0,241 a B	141
OUTONO	0,023 a A	0,704 a C	0,272 a B	213
INVERNO	0,040 a A	0,733 a C	0,227 a B	176
PRIMAVERA	0,025 a A	0,728 a C	0,247 a B	158
TOTAL	22	495	171	688

(1) Fixado o estágio de muda, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas dos estágios de muda seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si.

TABELA XI - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas dos estágios de muda das fêmeas adultas em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTÁGIOS DE MUDA			TOTAL
	PRÉ-MUDA	INTERMUDA	PÓS-MUDA	
VERÃO	0,005 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	0,918 b C	0,077 a B	207
OUTONO	0,028 a A	0,778 a C	0,193 b B	212
INVERNO	0,004 a A	0,869 ab C	0,127 ab B	283
PRIMAVERA	0,005 a A	0,867 ab C	0,129 ab B	210
TOTAL	9	783	120	912

(1) Fixado o estágio de muda, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas dos estágios de muda seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si.

TABELA XII - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas dos estágios de maturação gonadal dos machos adultos em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTÁGIOS GONADAIS			TOTAL
	IMATURO	EM MATUREZA	MATURO	
VERÃO	0,135 a ⁽¹⁾ A ⁽²⁾	0,298 a B	0,567 a C	141
OUTONO	0,080 a A	0,437 a B	0,484 a B	213
INVERNO	0,148 a A	0,335 a B	0,517 a C	176
PRIMAVERA	0,063 a A	0,392 a B	0,544 a C	158
TOTAL	72	256	360	688

(1) Fixado o estágio gonadal, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas de maturação gonadal seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si.

TABELA XIII - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas dos estágios de maturação gonadal das fêmeas adultas em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTÁGIOS GONADAIS			TOTAL
	IMATURO	EM MATURAÇÃO	MATURO	
VERÃO	-	0,628 b ⁽¹⁾ B ⁽²⁾	0,372 b A	207
OUTONO	-	0,764 c B	0,236 a A	212
INVERNO	-	0,590 b B	0,410 b A	283
PRIMAVERA	-	0,467 a A	0,533 c B	210
TOTAL	-	557	355	912

(1) Fixado o estágio gonadal, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas de maturação gonadal seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si.

TABELA XIV - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas dos estágios de repleção da espermateca das fêmeas adultas em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTÁGIOS DE REPLEÇÃO DA ESPERMATECA		TOTAL
	VAZIO	CHEIO	
VERÃO	0,826 b ⁽¹⁾ B ⁽²⁾	0,174 a A	207
OUTONO	0,608 a B	0,392 b A	212
INVERNO	0,784 b B	0,216 a A	283
PRIMAVERA	0,743 b B	0,257 a A	210
TOTAL	678	234	912

(1) Fixado o estágio de repleção da espermateca, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas de repleção da espermateca seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

TABELA XV - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Taxas dos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos em relação às estações do ano.

ESTAÇÕES DO ANO	ESTÁGIOS EMBRIONÁRIOS DOS OVOS			TOTAL
	INICIAL	INTERMEDIÁRIO	FINAL	
VERÃO	0,592 a ⁽¹⁾ B ⁽²⁾	0,237 a A	0,171 a A	76
OUTONO	0,600 a B	0,250 a A	0,150 a A	20
INVERNO	0,518 a B	0,286 a A	0,196 a A	56
PRIMAVERA	0,517 a B	0,207 a A	0,276 a A	29
TOTAL	101	45	35	181

(1) Fixado o estágio de desenvolvimento embrionário dos ovos, as taxas das estações do ano seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si.

(2) Fixada a estação do ano, as taxas de desenvolvimento embrionário dos ovos seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferiram significativamente entre si.

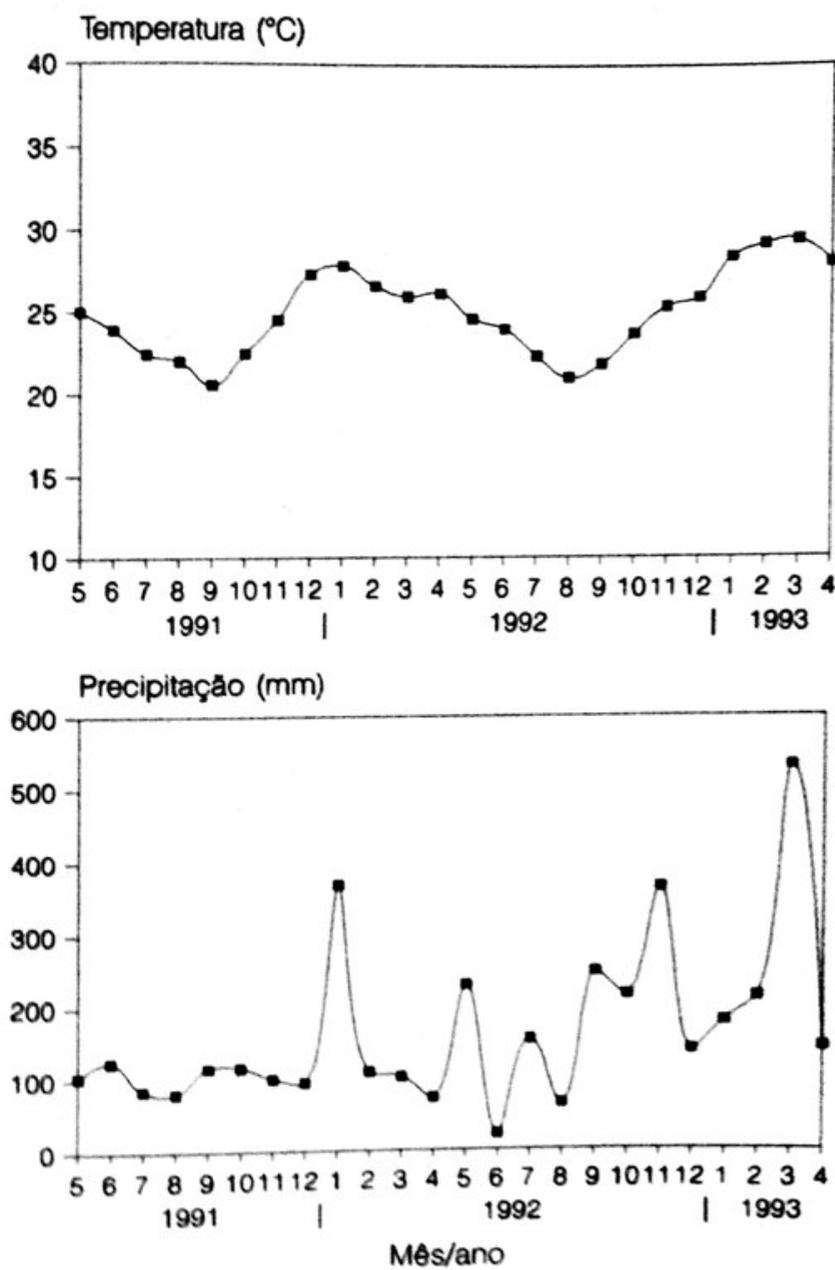


FIGURA 1 - Gráfico de linha mostrando os valores médios mensais de temperatura da água e precipitação registrados na área de coleta durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

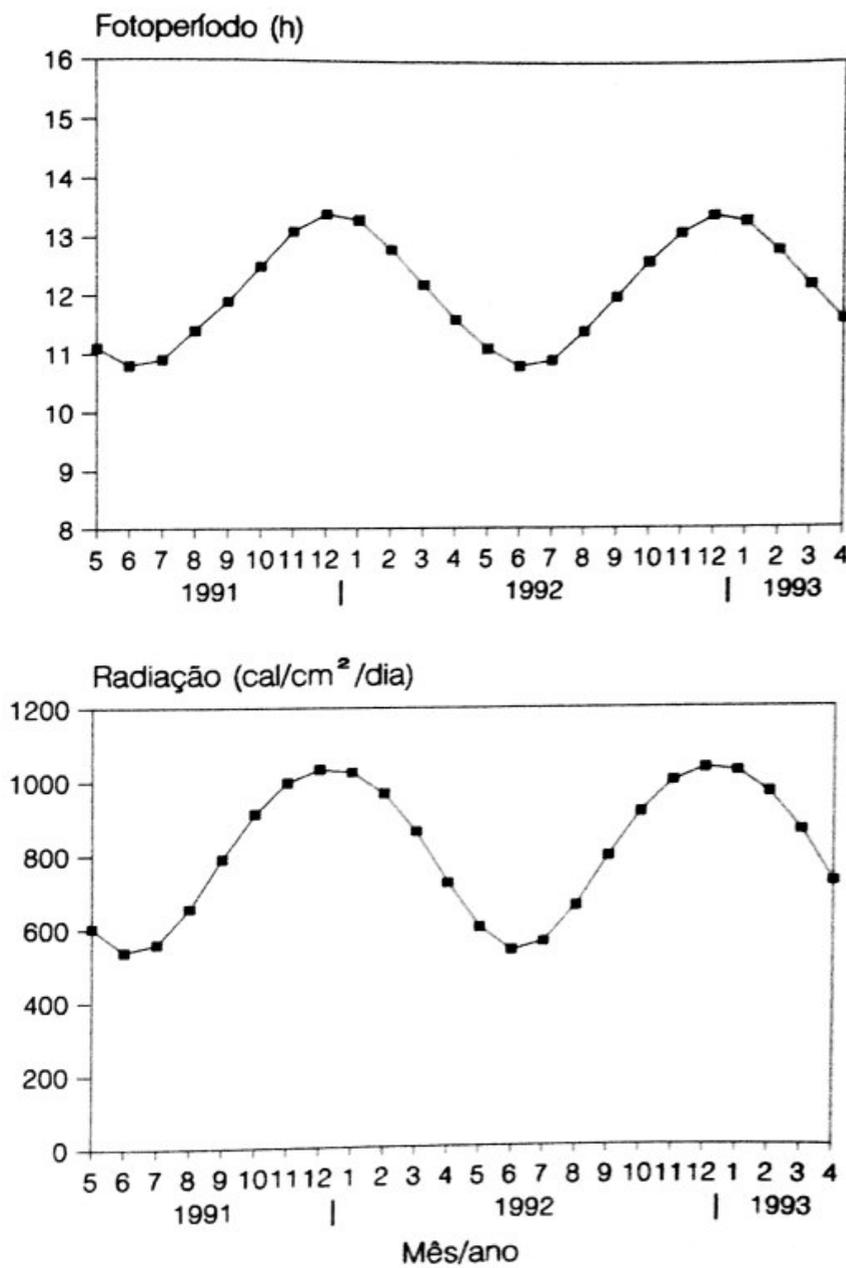


FIGURA 2 - Gráfico de linha mostrando os valores mensais de fotoperíodo e radiação solar na área de coleta durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

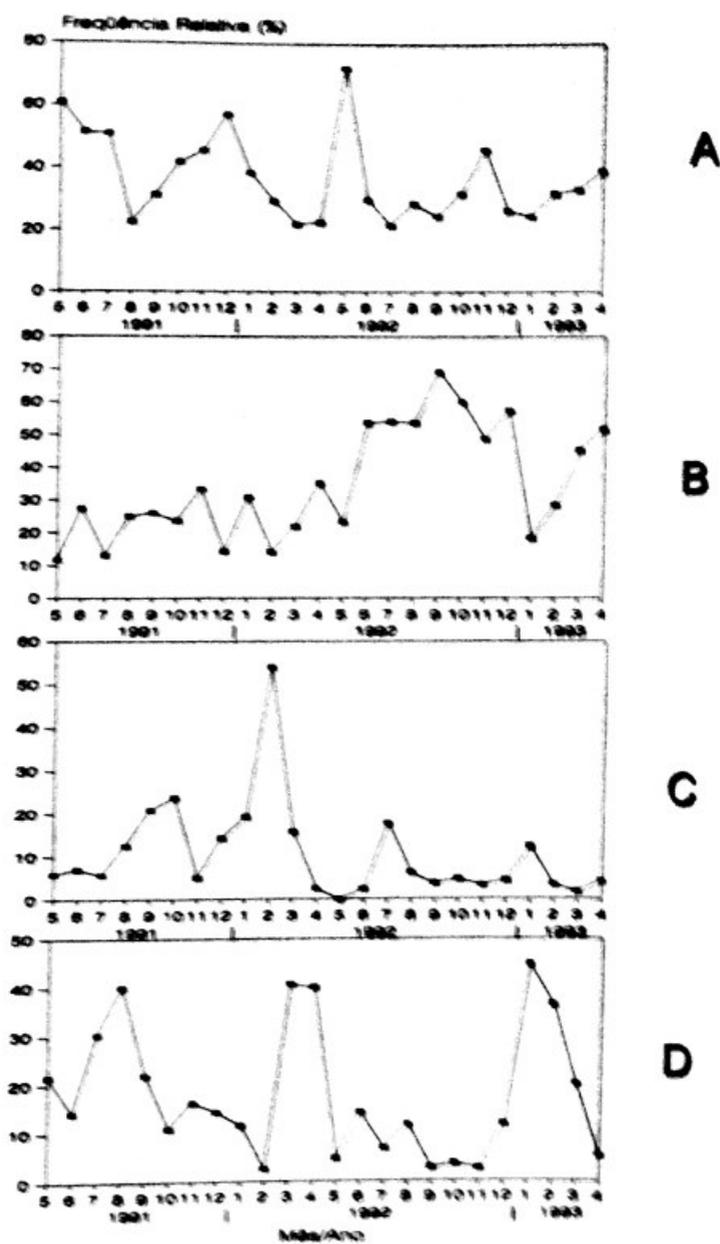


FIGURA 3 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Polígonos de frequência relativa dos grupos de interesse na área de coleta durante o período de maio/1991 a abril/1994 (A = machos adultos; B = fêmeas adultas não ovígeras; C = fêmeas ovígeras; D = jovens).

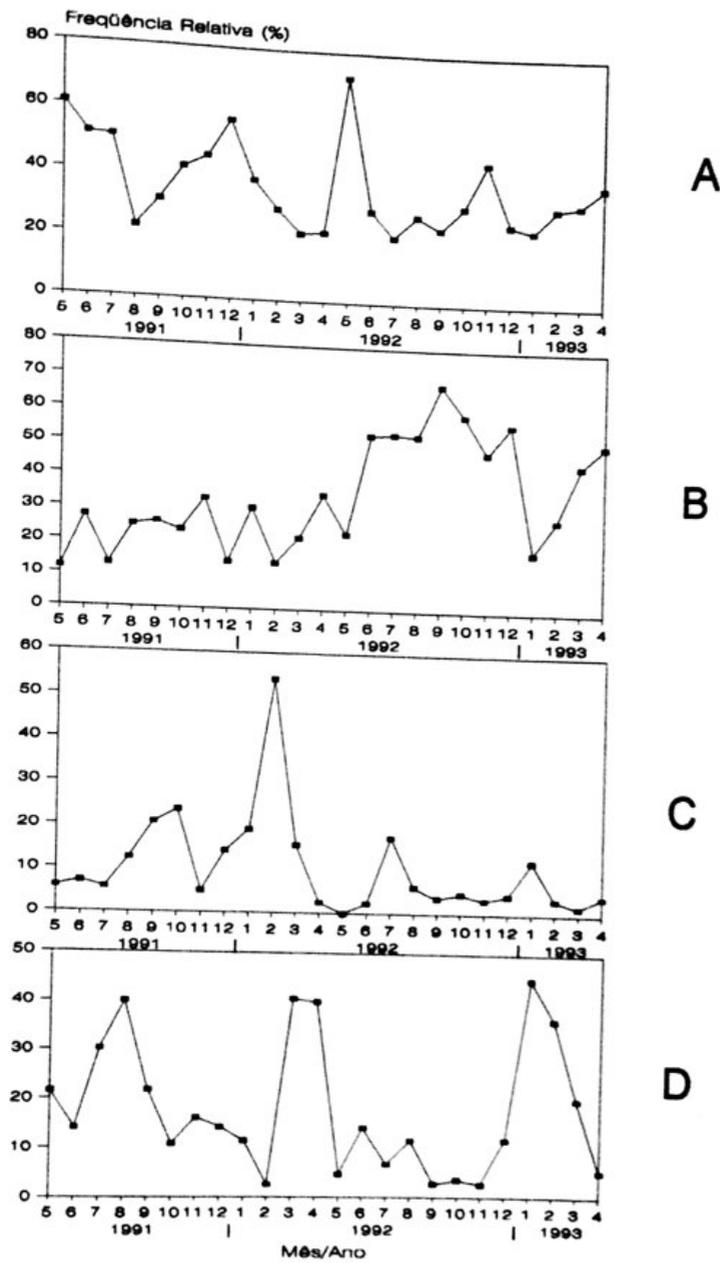


FIGURA 3 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Polígonos de frequência relativa dos grupos de interesse na área de coleta durante o período de maio/1991 a abril/1994 (A = machos adultos; B = fêmeas adultas não ovígeras; C = fêmeas ovígeras; D = jovens).

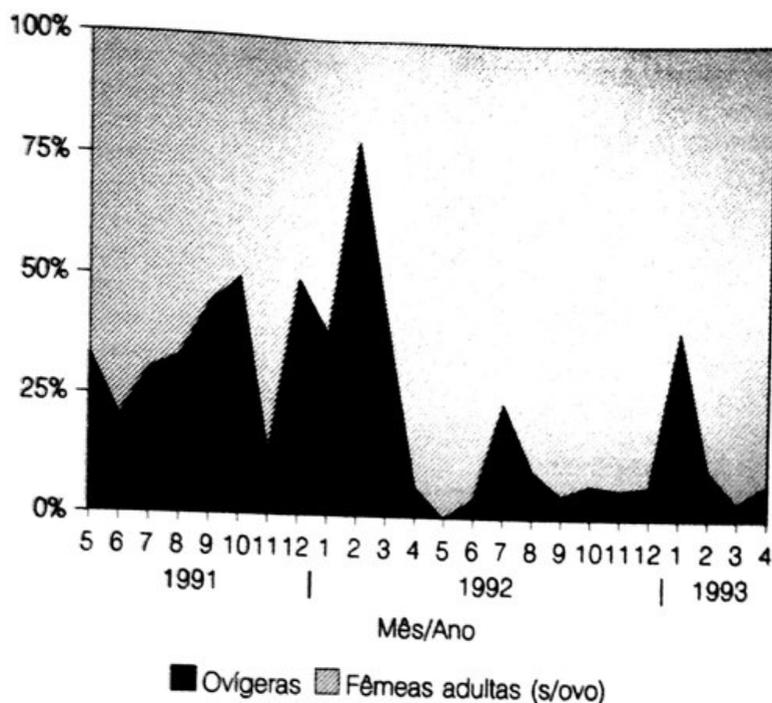


FIGURA 4 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais entre as fêmeas adultas ovígeras e fêmeas adultas não ovígeras coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

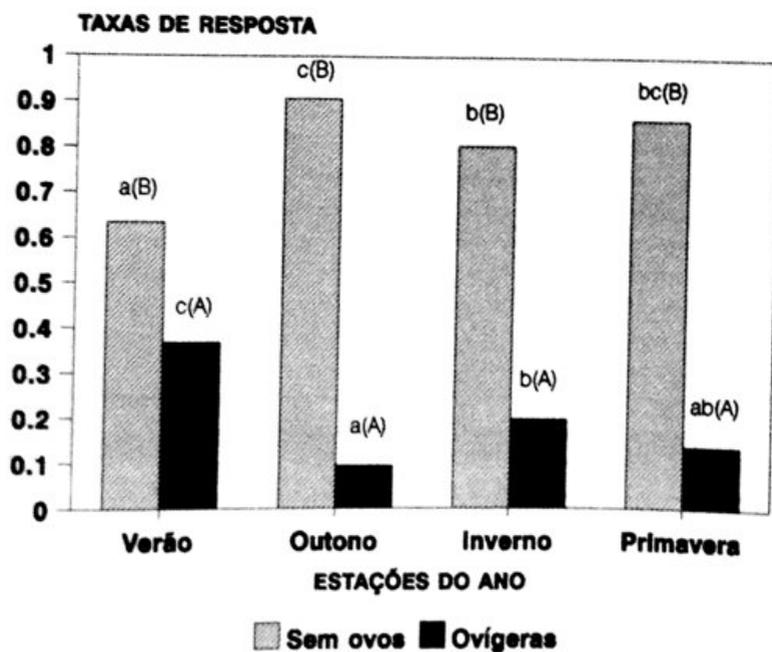


FIGURA 5 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais das fêmeas adultas não ovígeras e ovígeras coletadas durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si, Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

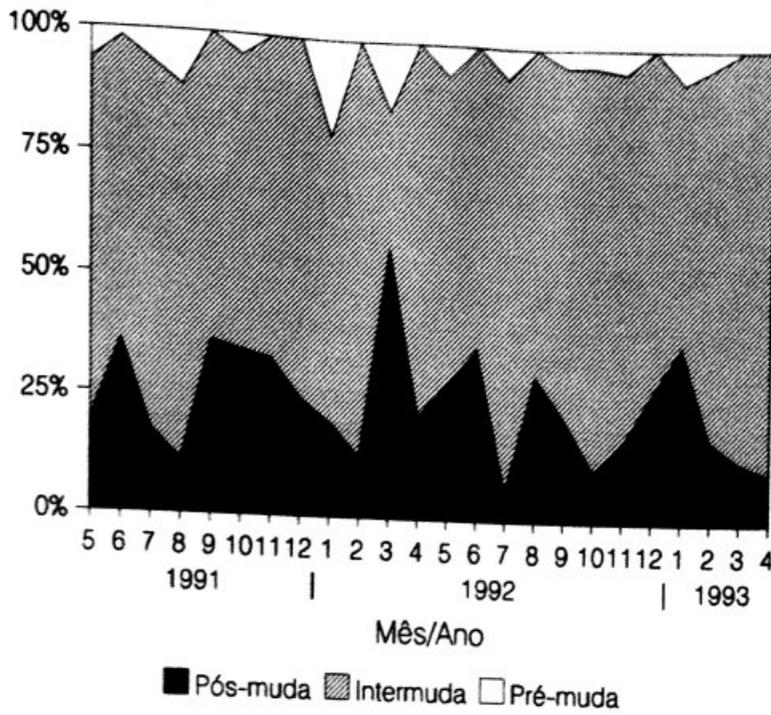


FIGURA 6 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais dos estágios de muda dos machos adultos coletados durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

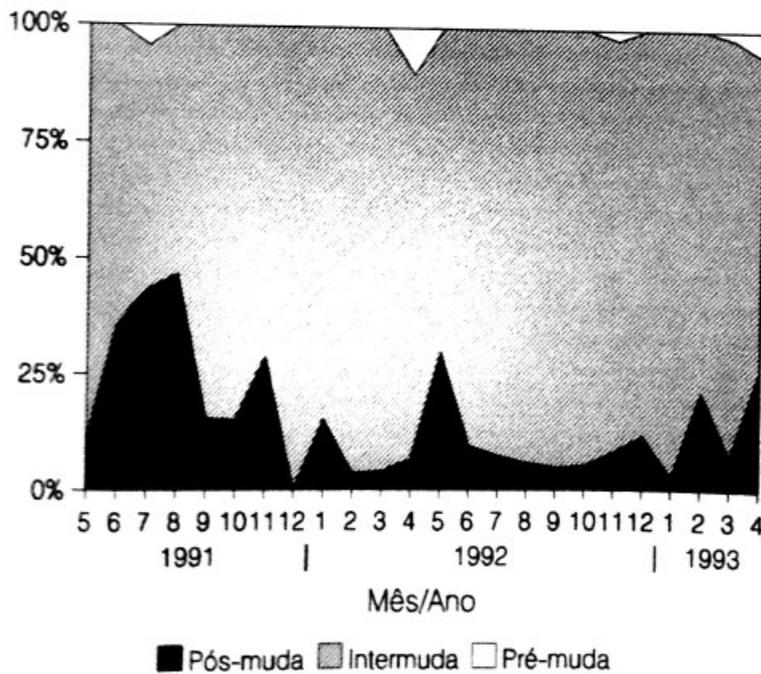


FIGURA 7 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais dos estágios de muda das fêmeas adultas coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

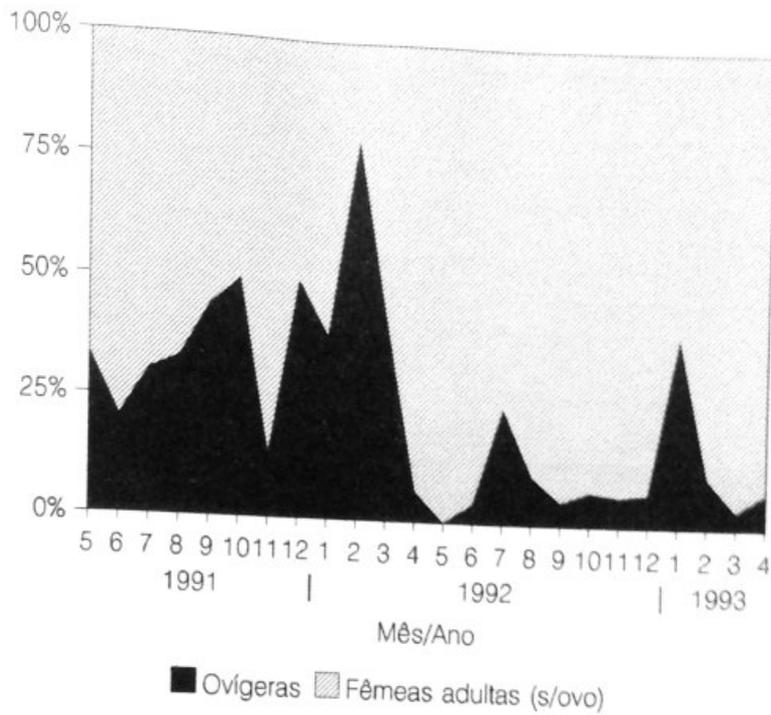


FIGURA 4 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais entre as fêmeas adultas ovígeras e fêmeas adultas não ovígeras coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

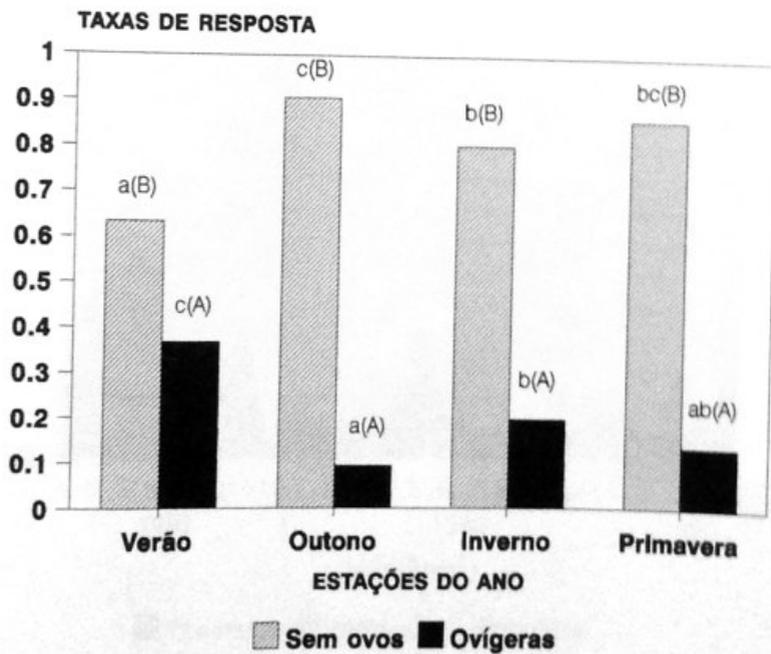


FIGURA 5 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais das fêmeas adultas não ovígeras e ovígeras coletadas durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

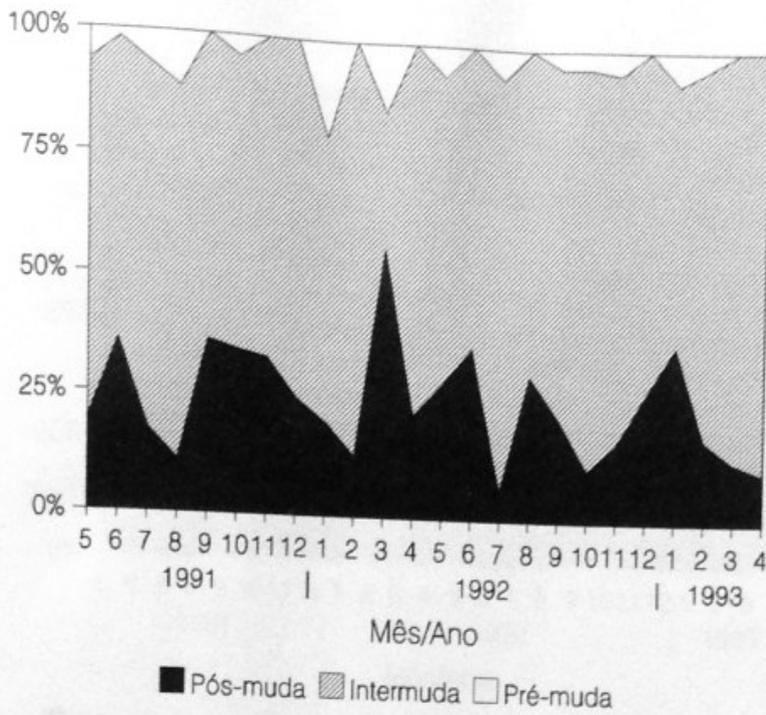


FIGURA 6 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais dos estágios de muda dos machos adultos coletados durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

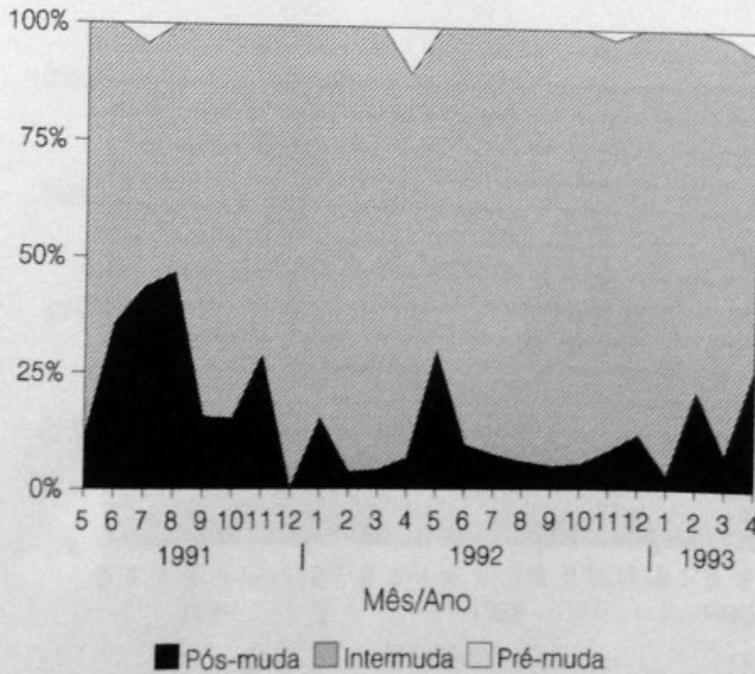


FIGURA 7 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais dos estágios de muda das fêmeas adultas coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

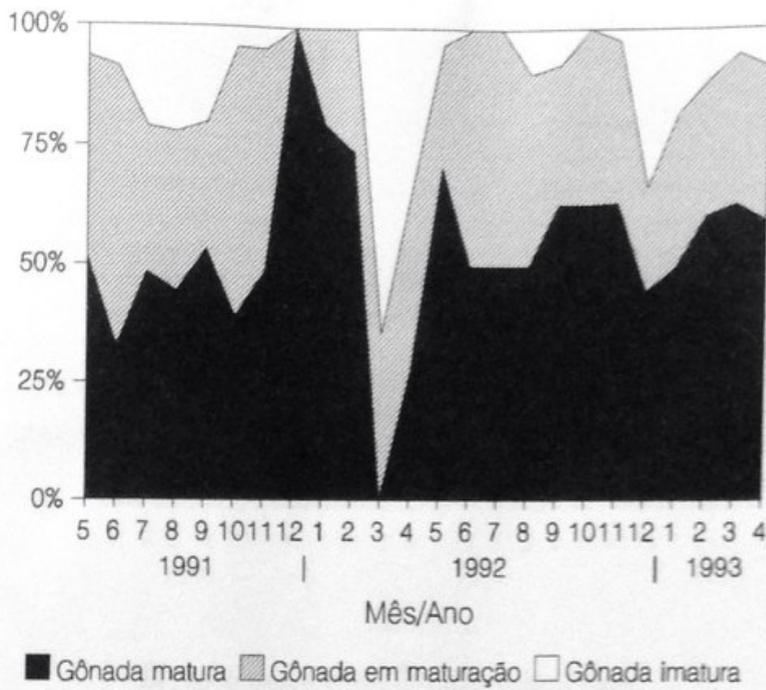


FIGURA 8 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das freqüências relativas mensais dos estágios gonadais dos machos adultos coletados durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

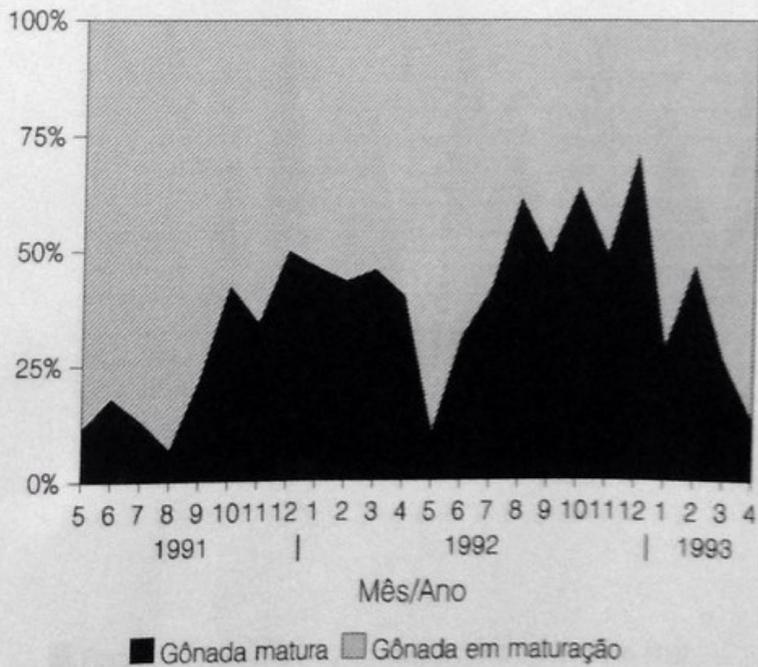


FIGURA 9 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das freqüências relativas mensais dos estágios gonadais das fêmeas adultas coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

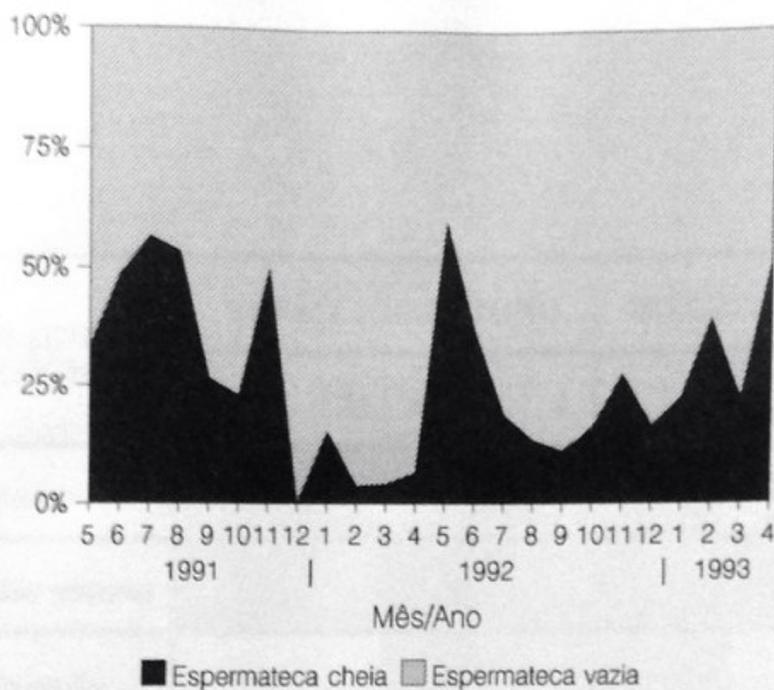


FIGURA 10 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais dos estágios de repleção da espermateca das fêmeas adultas coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

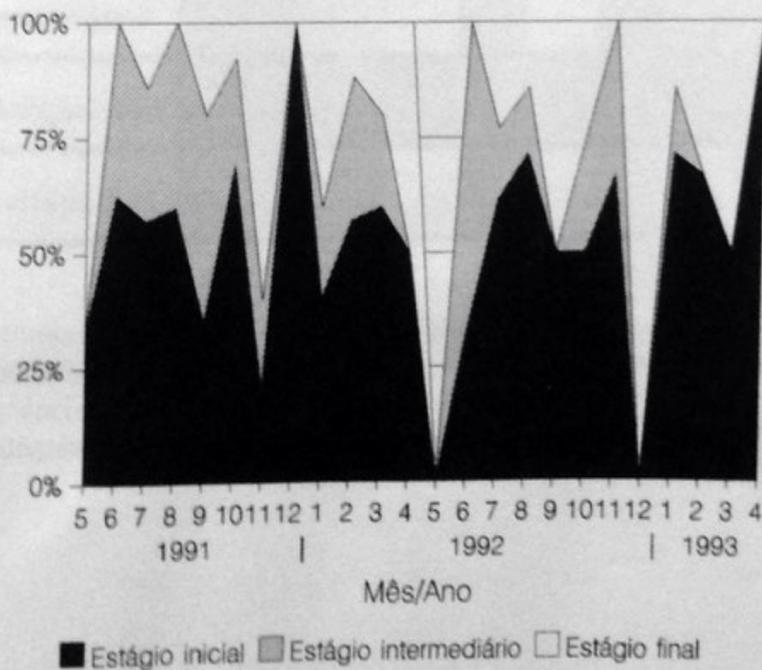


FIGURA 11 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de área das frequências relativas mensais dos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos das fêmeas adultas coletadas durante o período de estudos (maio/1991 a abril/1993).

SEXO	ESTÁGIOS BIOLÓGICOS	VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA		
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Machos adultos	Intermuda	■											
	Gônadas maduras	■											
Fêmeas adultas	Pós-muda	□											
	Espermateca cheia	■											
	Gônadas maduras	■											
	Fêmeas ovígeras	■											
	Ovos estágio inicial	■											
	Ovos estágio final	■											

FIGURA 12 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Mapeamento dos principais estágios biológicos registrados mensalmente durante o período de maio/1991 a abril/1993 (□ = ausência ou frequência menor que 25%; ■ = frequência maior que 25% em pelo menos um ano; ■ = frequência maior que 25% nos dois anos consecutivos = PF).

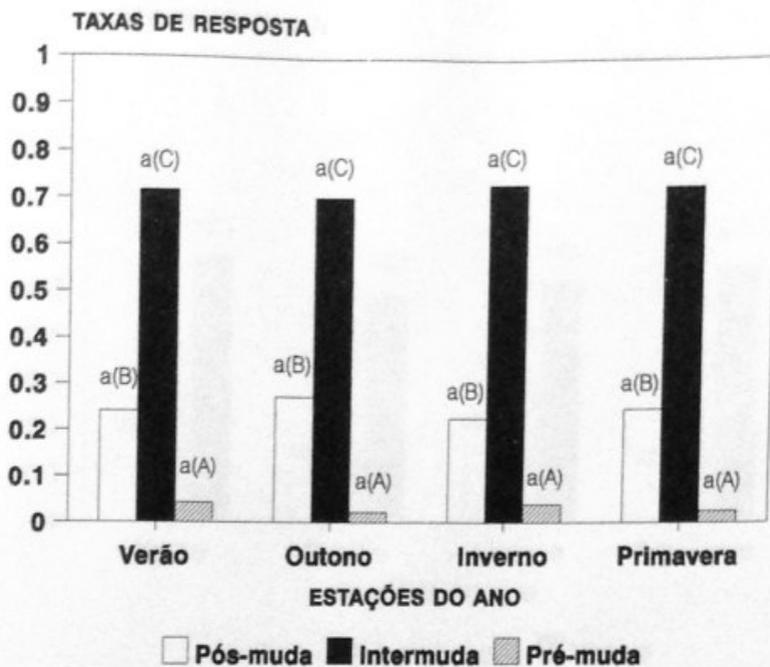


FIGURA 13 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais dos estágios de muda dos machos adultos coletados durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

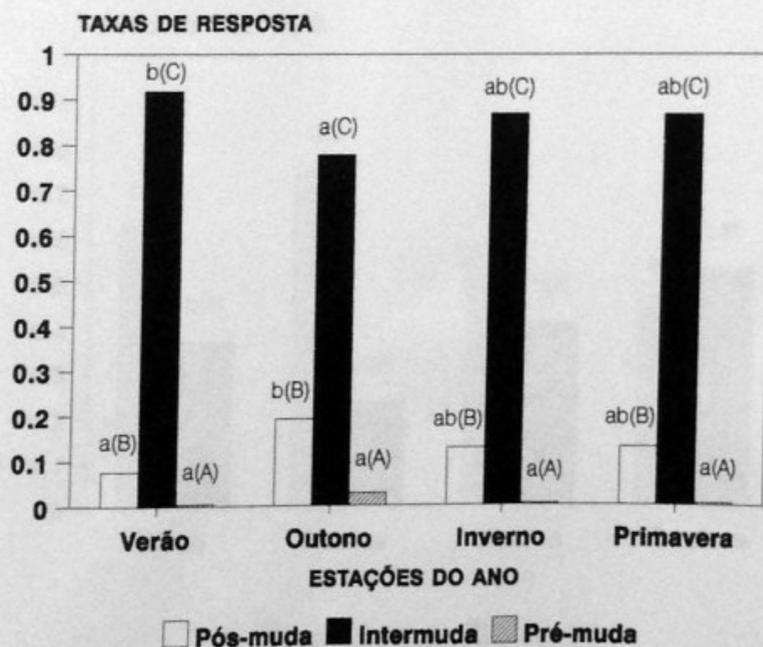


FIGURA 14 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais dos estágios de muda das fêmeas adultas coletadas durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

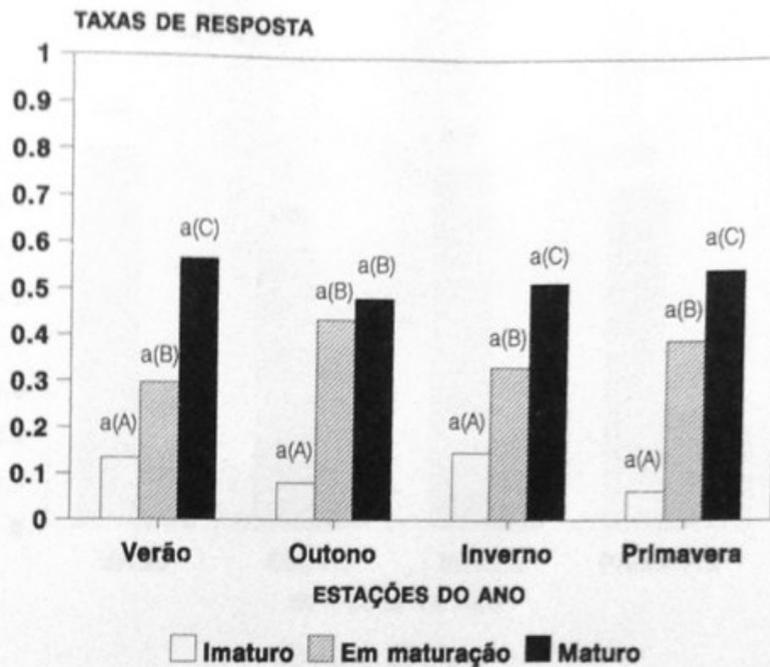


FIGURA 15 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais dos estágios gonadais dos machos adultos coletados durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

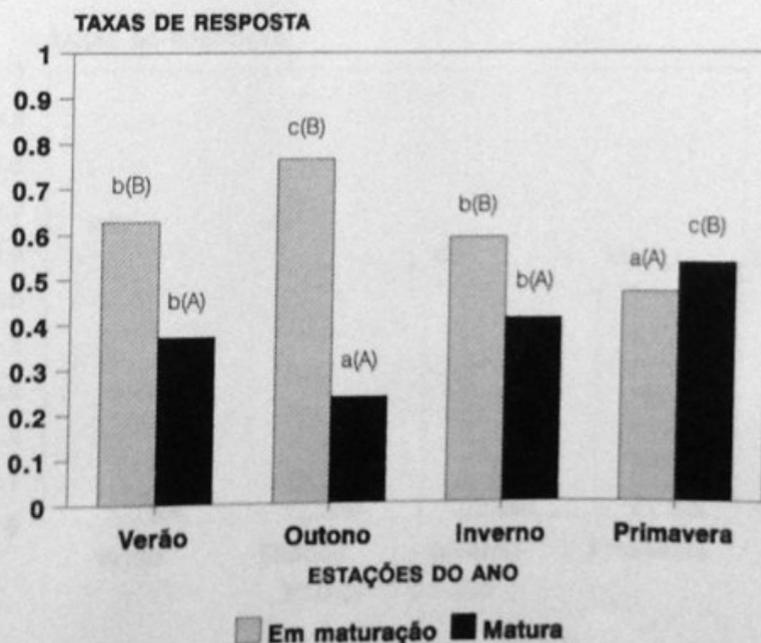


FIGURA 16 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais dos estágios gonadais das fêmeas adultas coletadas durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

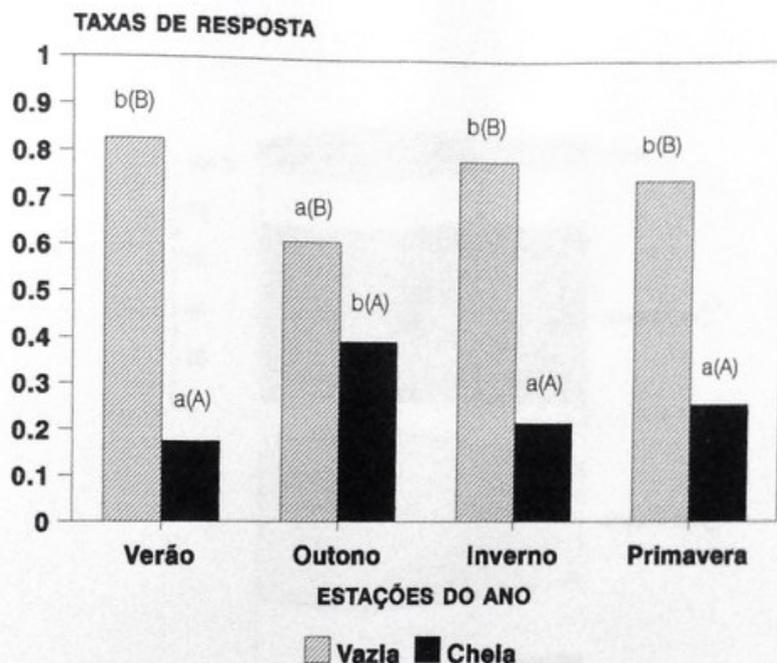


FIGURA 17 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais dos estágios da espermateca de fêmeas adultas coletadas durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

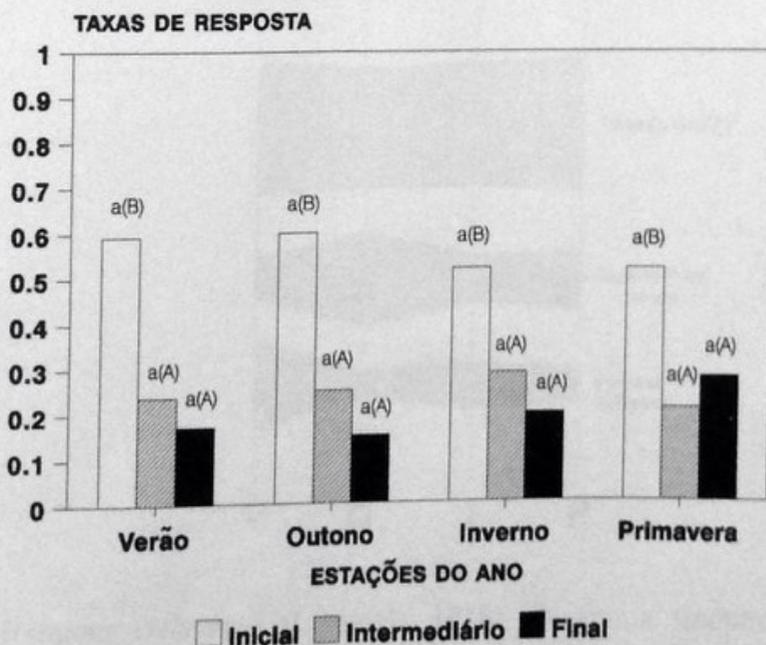


FIGURA 18 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Gráfico de barras mostrando as taxas de resposta sazonais dos estágios de desenvolvimento embrionário dos ovos das fêmeas coletadas durante o biênio estudado. (Barras com mesmo padrão relacionadas a pelo menos uma mesma letra minúscula não diferiram significativamente entre si; Barras com padrão distinto numa mesma estação relacionadas a pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre si).

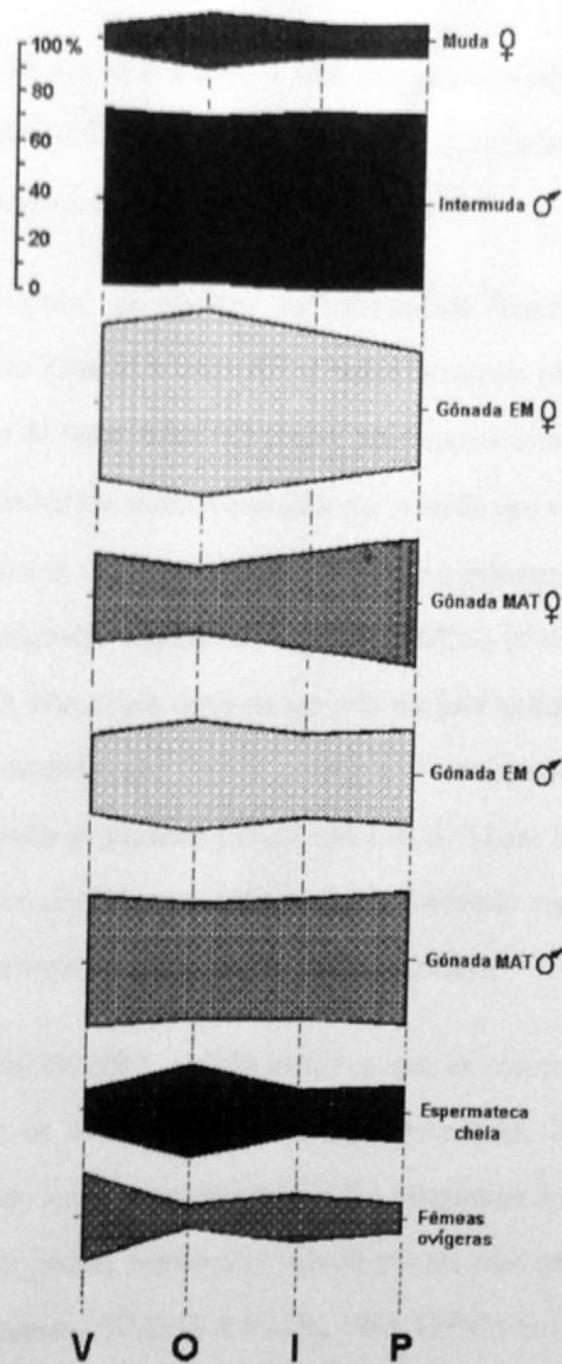


FIGURA 19 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Diagrama sinóptico das frequências sazonais dos principais eventos reprodutivos (estágios de muda, gônada, repleção da espermateca e ocorrência de fêmeas ovíferas).

IV.6 - Discussão e conclusões

O reconhecimento sexual e a cópula têm sido considerados caracteres etológicos precursores do ciclo reprodutivo dos crustáceos (MORI, 1987), revestindo-se, por este motivo, de grande importância na determinação do início deste processo.

Por ocasião da cópula, os machos da Infraordem Brachyura transferem seus espermátóforos, os quais são estocados pela fêmea numa estrutura saculiforme, denominada espermateca, até o momento da fecundação. No início, estes apresentam consistência gelatinosa ("plug" espermático), permanecendo assim inalterados por período que varia conforme a espécie enfocada. Na Família Portunidae, verificou-se que este tempo é extremamente reduzido para *C. maenas* e *M. tuberculatus* segundo, respectivamente, SPALDING (1942) e ABELLÓ (1989); enquanto outras o conservam intacto por cerca de um mês até este se liquefazer, como é o caso de *L. puber* e *L. holsatus* estudadas por CHOY (1988), e *P. sanguinolentus* segundo RYAN (1967 b). Conforme evidenciado no presente estudo, cerca de 47 % das fêmeas de *A. cribrarius* apresentam espermateca cheia ainda durante a intermuda, permitindo concluir que esta espécie apresenta-se mais próxima do segundo padrão descrito anteriormente.

Para *C. sapidus*, CHURCHILL (1919) verificou que os espermátóforos oriundos de uma cópula podem fecundar os óvulos em dois verões consecutivos, indicando sua extrema viabilidade e fertilidade mesmo após decorrido um ano. Em braquiúros do gênero *Chionoecetes*, no entanto, os espermátóforos podem permanecer viáveis por até dois anos, podendo fecundar mais de uma ovulação com sucesso (ADAMS & PAUL, 1983, ENNIS *et al.*, 1988).

Embora a época de cópula dos portunídeos possa ser realizada analisando-se a dinâmica percentual mensal de fêmeas adultas em pós-muda (BAWAB & EL-SHERIEF, 1988), tais dados podem mostrar-se inconsistentes devido a falhas amostrais decorrentes da inatividade e hábito críptico deste grupo de interesse. Portanto, análises do período de cópula realizadas com espécies

que apresentam maior duração do "plug" espermático, podem ser efetuadas com maior confiabilidade.

Como ocorre com outros representantes da Família Portunidae, as fêmeas de *A. cribrarius* são copuladas em pós-muda (vide Capítulo II). Apesar de fêmeas com espermateca cheia terem sido registradas em praticamente todos os meses do ano, somente no outono percebeu-se sua maior significância. Nessa mesma estação, verificou-se também a maior incidência de fêmeas em pós-muda, bem como uma regressão gonadal nos machos (transferência de espermátóforos durante a cópula) e fêmeas (processo de muda). Apesar da cópula em alguns portunídeos ocorrer principalmente nos meses de primavera e verão (BROEKHUYSEN, 1936; VAN ENGEL, 1958; MORI, 1987; ABELLÓ, 1989); outros como *C. arcuatus* e *C. danae* estudados, respectivamente, por PAUL (1982) e BRANCO *et al.* (1990), realizam-na durante os meses hipoteticamente mais frios (outono e inverno). Tal fato se coaduna com os resultados obtidos para *A. cribrarius*, corroborando aqueles encontrados por BRANCO *et al.* (*op. cit.*) com a mesma espécie na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. Consultando-se a localização geográfica das espécies anteriormente citadas, pode-se verificar que aquelas que apresentam cópula durante os meses de outono e inverno são as mesmas que são encontradas em latitudes menores onde a variação térmica é pouco pronunciada.

Segundo SATHER (1966), os crustáceos apresentam maiores incidências de muda em épocas do ano onde a temperatura da água apresenta-se mais elevada. No entanto, regiões caracterizadas por reduzidas variações térmicas (p. ex., regiões tropicais), podem propiciar maior longevidade ao período de muda (CHURCHILL, 1919; TRAVIS, 1954), ao contrário do que ocorre em regiões temperadas, onde algumas espécies apresentam-na menos extensa em decorrência do inverno mais rigoroso (CARLISLE, 1957). A grande frequência de muda verificada para os exemplares de *A. cribrarius* na maioria dos meses de coleta, aproxima esta espécie do primeiro grupo, influenciando até mesmo na visualização da assincronia de muda esperada

para os portunídeos numa comparação intersexual (HARTNOLL, 1969). Vale ressaltar que fato similar foi constatado por SANTOS (1994) para o siri *P. spinimanus*, também estudado na região de Ubatuba, SP.

HARTNOLL (1969) menciona em seu artigo que em decorrência do padrão copulatório característico dos portunídeos (vide Capítulo II) e a maior duração do estágio de intermuda, o fenômeno de muda dos machos adultos é de pouca significância no processo reprodutivo, fato este confirmado no presente estudo. Para as fêmeas, no entanto, devido à íntima associação verificada entre a pós-muda e a cópula, percebe-se claramente sua importância na elucidação de sua periodicidade e conseqüente determinação do início do processo reprodutivo da espécie.

A ecdise terminal (ou anecdise) é um fenômeno que pode ser considerado limitante para a reprodução de muitos braquiúros. As fêmeas dos caranguejos-aranha (Família Majidae), por exemplo, entram em anecdise com a muda da puberdade, não sofrendo mais mudas subseqüentes (TEISSIER, 1935; HARTNOLL, 1969; CONAN & COMEAU, 1986). Desta forma, verifica-se uma limitação do crescimento e, conseqüentemente, do potencial reprodutivo dessas espécies, haja visto que a fecundidade dos crustáceos, apresenta-se, na maioria dos casos, correlacionada positivamente ao tamanho do indivíduo (VALENTI *et al.*, 1989; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.*, 1992; MANTELATTO, 1995; PINHEIRO & FRANSOZO, *no prelo*). Além disso, outro agravante da anecdise é a redução do tempo de vida em decorrência da ação de bactérias quitinolíticas sobre o exoesqueleto e ausência de regeneração de apêndices perdidos devido à degeneração do órgão-Y (HAVENS & McCONAUGHA, 1990).

Os portunídeos e cancrídeos encontram-se alheios a este problema pois, segundo HARTNOLL (1969) podem sofrer mudas posteriores à puberdade. Esta inferência é elucidada pela presença de um ou mais instars maduros para alguns portunídeos, conforme segue: dois para *P. sanguinolentus* segundo RYAN (1967 b); quatro para *C. maenas* conforme CARLISLE (1957); e cinco para *C. (C.) feriatus* de acordo com CAMPBELL & FIELDER (1988). *A.*

cribrarius mostrou similaridade com este grupo de espécies pois foram registradas fêmeas adultas em pré-muda durante as análises (1,11 %), o que indica a presença de pelo menos um segundo instar adulto. Tais dados foram corroborados por ocasião da etologia reprodutiva da espécie em cativeiro (vide Capítulo II), acompanhando-se todo o processo de muda e cópula de um destes exemplares.

O único relato de muda terminal para fêmeas de portunídeos foi realizado por CHURCHILL (1919) para *C. sapidus*, apesar dos artigos de VAN ENGEL (1958) e OLMI III (1984) registrarem a existência de um segundo instar maturo. Posteriormente, HAVENS & McCONAUGHA (1990) verificaram que, ao contrário do que ocorre com espécies que apresentam ecdise terminal, *C. sapidus* não apresenta regressão do órgão-Y (sintetizador do hormônio estimulador da muda), havendo apenas um aumento da produção do hormônio inibidor da muda pelo órgão-X até que novas mudas tornem-se necessárias. Apesar desses dados comprobatórios, alguns autores, como HARTNOLL, & GOULD (1988), ainda fazem menção ao artigo pioneiro de CHURCHILL (*op. cit.*), citando a presença de ecdise terminal para esta espécie.

Como já mencionado anteriormente, análises comparativas realizadas entre os estágios de muda e de gônada em *A. cribrarius*, mostram que a regressão gonadal coincide com a época em que os indivíduos encontram-se em muda. Isto se deve à propriedade antagônica existente entre os processos de crescimento somático e reprodução (ADIYODI & ADIYODI, 1970), tendo em vista a utilização da mesma fonte energética, a qual é canalizada para um processo de cada vez, aumentando assim a eficiência e a viabilidade do processo. Em artigo posterior, ADIYODI (1985) menciona os fenômenos de reprodução e muda como aqueles que requerem um maior gasto energético no ciclo de vida dos crustáceos adultos, chegando a consumir mais energia que as demais atividades fisiológicas destes indivíduos.

Devido às restrições térmicas, WARNER (1977) menciona que os caranguejos de

regiões temperadas apresentam uma reprodução sazonal tendendo a ocorrer principalmente durante a primavera e o verão. Complementando tal afirmação, SASTRY (1983) cita em seu artigo que os crustáceos de regiões tropicais ou águas mais profundas mostram uma reprodução contínua através dos meses do ano motivada pela reduzida variação térmica da água. Tal fato torna-se de fácil constatação com a tabela XVI quando percebe-se o contraste da época reprodutiva de portunídeos estudados em maiores latitudes com aqueles de menores latitudes.

Grande parte dos artigos que tratam da delimitação do período reprodutivo de crustáceos pleociematas, fazem-no com relação aos meses de ocorrência de fêmeas ovígeras. Apesar de RYAN (1967 a) mencionar que tal metodologia somente permite uma delimitação fidedigna se combinada com outras análises, como por exemplo a das gônadas, alguns autores têm encontrado resultados similares numa confrontação destes resultados (BATOY *et al.*, 1987; SANTOS, 1994).

Alusões sobre a influência dos fatores ambientais na regulação do ciclo reprodutivo dos crustáceos, podem ser encontradas freqüentemente na literatura (ORTON, 1920; BOOLOOTIAN *et al.*, 1959; LOWE, 1961; SEGERSTRALE, 1970; STEELE *et al.*, 1977; CAMPBELL & FIELDER, 1986). Dentre eles, grande destaque tem sido dado à temperatura da água e fotoperíodo, considerados por PAYEN (1980-81) como reguladores do ciclo reprodutivo. Em estudo posterior realizado com fêmeas de crustáceos, MEUSY & PAYEN (1988) verificaram que certos fatores ambientais promovem sensibilização do órgão-X e glândula do seio via pedúnculos oculares, estimulando ou inibindo a síntese do hormônio inibidor da vitelogênese (HIV). Segundo tais autores, a intensidade luminosa é o principal fator controlador deste processo desencadeando todo o processo de ovogênese, enquanto o efeito da temperatura é considerado secundário.

Na maioria dos crustáceos o aumento de fotoperíodo e temperatura promove uma maior sensibilização neuroendócrina e elevação metabólica que desencadeia a gametogênese. Tal fato

já foi reportado anteriormente para vários decápodos, entre os quais destacam-se o siri *Scylla serrata* estudado por NAGABHUSHANAM & FAROOQUI (1981) e o camarão *Penaeus japonicus* analisado por LAUBIER-BONICHON (1978). No entanto, existem espécies que devido à sua história evolutiva e adaptação ao ambiente, desenvolveram como estratégia a reprodução em meses caracterizados por dias mais curtos e temperaturas reduzidas, como ocorre, por exemplo, com o anfípodo bóreo-ártico *Pontoporeia affinis* estudado por SEGERSTRALE (1970) e com o astacídeo *Orconectes nais* segundo RICE & ARMITAGE (1974).

Para *A. cribrarius* percebeu-se certa influência do fotoperíodo apenas sobre a maturação gonadal das fêmeas. Os meses caracterizados pelos menores fotoperíodos (outono e inverno) são os mesmos onde percebem-se as maiores incidências de gônadas em maturação, muda e cópula, enquanto os de maior fotoperíodo (primavera e verão) coincidem com a maior incidência de exemplares com gônadas maduras.

Embora seja comum na carcinologia o uso de análises de correlação para a elucidação de possíveis associações entre variáveis abióticas e bióticas (fêmeas ovígeras, indivíduos maduros, etc.) (CONDE & DIAZ, 1989; REIGADA, 1994; SANTOS, 1994; MANTELATTO, 1995), muitas vezes tais resultados podem mostrar certa inconsistência em decorrência do modelo matemático a eles aplicado. Sabe-se que o coeficiente de correlação (r) apresenta grande variação segundo o tipo de regressão ajustada aos dados e, em alguns casos, devido ao emprego do modelo incorreto, seu valor mostra-se insignificante do ponto de vista estatístico apesar de o ser biologicamente. Outro aspecto que vale ser ressaltado é que determinado padrão biológico pode ser reflexo da atuação sinérgica de duas ou mais variáveis ambientais, sendo imprescindível o uso de análises multivariadas, que além de complexas, são extremamente sensíveis à metodologia de coleta utilizada. Se não bastassem tais dificuldades, existe ainda como agravante a influência de fatores bióticos (p. ex., competição por recursos ambientais, alimentares, etc.), os quais têm preocupado, com razão, alguns pesquisadores (SANTOS, *op. cit.*; MANTELATTO,

op. cit.) Pelos motivos anteriormente citados preferiu-se na presente tese caracterizar uma possível influência da temperatura e fotoperíodo na reprodução de *A. cribrarius* com base em padrões sazonais, minimizando-se, assim, possíveis erros metodológicos.

A influência da temperatura da água no desenvolvimento embrionário e pós-embrionário dos crustáceos é notória, cujo aumento, dentro dos limites toleráveis pela espécie, promove uma redução na duração de seus estágios (WEAR, 1974; LINDLEY, 1990; PINHEIRO *et al.*, 1994). Por este motivo, é muito comum que as fêmeas ovígeras sejam encontradas com maior frequência nos meses caracterizados por temperaturas mais elevadas (verão), propiciando assim um ambiente mais favorável para a sobrevivência de suas larvas (GIESE, 1959). Com relação a *A. cribrarius*, ANDERSON *et al.* (1977) e STUCK & TRUESDALE (1988) verificaram uma maior ocorrência de fêmeas ovígeras para os meses de primavera e verão. Apesar de um padrão similar ocorrer na região de Ubatuba, constatou-se uma ocorrência significativa deste grupo de interesse também para o inverno, possivelmente devido à temperatura média nesta estação (21,71 °C) não se encontrar abaixo dos limites preferenciais para a reprodução da espécie. Tal fato pôde ser confirmado analisando-se o artigo de PINHEIRO *et al.* (*no prelo*), realizado na Enseada da Fortaleza (Ubatuba, SP), onde este grupo de interesse foi encontrado em temperaturas de 19 °C a 31 °C, apesar de predominar em águas de temperatura mais elevada (28 °C a 31 °C).

A migração de fêmeas da Família Portunidae buscando ambientes propícios para a desova é evidente em vários artigos (CHURCHILL, 1919; WILLIAMS & HILL, 1982; ARCHAMBAULT *et al.*, 1990). Dentre os fatores ambientais requeridos pelos braquiúros para a exteriorização e incubação dos ovos são citados: temperatura e salinidade mais elevadas (SANDOZ & ROGERS, 1944; COSTLOW & BOOKHOUT, 1959) e composição granulométrica do sedimento (CHURCHILL, 1919; BROEKHUYSEN, 1936; PINHEIRO *et al.*, *op. cit.*). Conforme PINHEIRO *et al.* (*op. cit.*) as fêmeas ovígeras de *A. cribrarius*, ao contrário

dos machos adultos e indivíduos juvenis, apresentam certa preferência por águas de maior profundidade (± 11 m), salinidade ao redor de 35 ‰ e sedimento composto predominantemente pelas frações arenosas grossa (0,5 a 1,0 mm \varnothing) e média (0,25 a 0,5 mm \varnothing). Como as áreas mais profundas da Enseada de Ubatuba apresentam sedimento composto quase exclusivamente por areia muito fina (NAKAGAKI, 1994), é plausível que as fêmeas próximas à desova ou ovigeras não permaneçam neste local, procurando ambientes mais propícios para moldarem sua massa ovigera. A reduzida abundância e frequência deste grupo de interesse durante o segundo ano do presente estudo (Enseada de Ubatuba), quando comparadas àquelas obtidas no primeiro ano (Enseada da Fortaleza), possivelmente esteja refletindo este fato.

A maior duração do período reprodutivo de *A. cribrarius* na região de Ubatuba possivelmente seja resultante de reduzida variação de temperatura e fotoperíodo peculiares à zona intertropical em que ela está inserida. Por este motivo, sua reprodução pode ser considerada contínua (presença freqüente de fêmeas ovigeras durante um período anual), apresentando, no entanto, certa sazonalidade (períodos em que a frequência de ovigeras mostra-se mais exacerbado). Tal fato foi corroborado pela frequência de fêmeas adultas com gônadas maduras, registradas em todos os meses de coleta, apesar das maiores incidências serem encontradas nos meses de primavera e verão.

Com base em análises gonadais de fêmeas ovigeras e a relação de seus estágios com os de desenvolvimento dos ovos realizados por diversos autores, pode-se dizer que o fenômeno de desovas consecutivas é comum para a Família Portunidae (MORI, 1987; BAWAB & EL-SHERIEF, 1988; SANTOS, 1994; MANTELATTO, 1995). Neste grupo taxonômico, pode-se encontrar uma grande variação do número de desovas num mesmo estágio de intermuda, podendo ser de duas para *C. sapidus* e *M. tuberculatus* segundo VAN ENGEL (1958) e ABELLÓ (1989), três para *P. sanguinolentus*, *L. puber*, *P. pelagicus* e *L. holsatus* conforme RYAN (1967 b), GONZÁLEZ-GURRIARÁN (1985), CAMPBELL & FIELDER (1988) e

CHOY (1988); quatro para *C. danae* de acordo com BRANCO *et al.* (1992); e cinco como verificado para *C. (C.) feriatus* por CAMPBELL & FIELDER (1988). Vale ressaltar que diferenças no número dessas desovas por instar maturo já foram também registradas por RYAN (*op. cit.*) para *P. sanguinolentus*, tendo encontrado três para o primeiro instar e duas para o segundo.

A hipótese de *A. cribrarius* apresentar pelo menos duas desovas consecutivas num mesmo instar maturo, foi confirmada no presente estudo devido a 50 % das fêmeas ovígeras apresentarem o ovário maturo no final do período de incubação dos ovos (estágio final de desenvolvimento embrionário). Dando respaldo a esta afirmação, fêmeas desta espécie mantidas em laboratório chegaram a desovar até 6 vezes consecutivas sem sofrerem muda (vide Capítulo II). Tais constatações corroboram mais uma vez a continuidade do ciclo reprodutivo da espécie.

Vale ressaltar mais uma vez que o fenômeno de sazonalidade reprodutiva, pode ser estrategicamente importante para espécies que se encontram em simpatria com outras de mesmo nível trófico, comportamento ou necessidades ambientais semelhantes. A partição temporal do ambiente por fêmeas ovígeras de espécies simpátricas já foi reportada anteriormente por PAUL (1982) para os siris *Callinectes arcuatus* e *Callinectes toxotes* (vide Tab. XVI) e por NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO (*no prelo*) para outras espécies congêneres (*C. ornatus* e *C. danae*). Neste último caso, a hipótese de assincronia na ocorrência das fêmeas ovígeras de *C. ornatus* (verão) e *C. danae* (inverno) encontra respaldo na sobreposição entre seus nichos ecológicos (40,22 %), verificados por PINHEIRO *et al.* (1992). Segundo esses autores, foram registrados também grandes percentuais de sobreposição entre tais portunídeos e *A. cribrarius* (59,52 % com *C. danae* e 42,90 % com *C. ornatus*), sendo plausível que uma competição interespecífica nestas áreas possa gerar pressões biológicas fatalmente influentes a nível reprodutivo. Espera-se que tais inferências e suposições possam ser testadas futuramente para uma melhor elucidação da biologia desses braquiúros.

Apesar da classificação da época reprodutiva descrita em SASTRY (1983) ser extremamente necessária, percebe-se que esta aborda apenas casos extremos - reprodução contínua e descontínua. FLORES (1993) também menciona a necessidade premente de uma revisão nesse sentido, sugerindo o estabelecimento de uma subdivisão para a reprodução descontínua. No entanto, tomando-se como base a duração, ocorrência e intensidade reprodutiva verificadas na revisão bibliográfica realizada no presente estudo (Tab. XVI), pode-se propor uma classificação didática mais pertinente, a saber: **a - reprodução contínua** (presença constante de fêmeas ovígeras e/ou fêmeas com gônadas maduras durante todos os meses do ano, cujos percentuais apresentam certa homogeneidade entre si); **b - reprodução sazonal-contínua** (similar à contínua apesar de mostrar percentuais de maior intensidade em determinados meses ou estações do ano); e **c - reprodução sazonal** (presença de fêmeas ovígeras e/ou fêmeas com gônadas maduras restrita apenas a determinados meses ou estações do ano).

Outro aspecto que não pode ser omitido é que numa análise em áreas mais restritas (por exemplo, enseadas), muitas vezes é possível se evidenciar modas assíncronas entre o período de muda dos machos e fêmeas adultos (PINHEIRO & FRANSOZO, 1994), fato este que não foi nitidamente visível no presente estudo. No entanto, para a elucidação do período de desova de uma espécie, faz-se necessária uma análise intensa (mensal por pelo menos dois anos consecutivos) em áreas mais amplas, para sua delimitação com maior margem de segurança. Prova disso, é a ausência de ovígeras de *A. cribrarius* durante os meses de junho, agosto e setembro/1989 verificada por PINHEIRO & FRANSOZO (*no prelo*), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP, contrastando com o presente estudo onde este grupo de interesse ocorreu genericamente em todos os meses do ano.

TABELA XVI - Revisão sobre a época reprodutiva de algumas espécies da Família Portunidae, com base na ocorrência de fêmeas ovígeras e/ou fêmeas adultas com gônadas maduras

ESPÉCIE	AUTOR (ANO)	LOCAL	LATITUDE	ÉPOCA REPRODUTIVA	ESTAÇÃO DO ANO ⁽¹⁾			
					V	O	I	P
<i>Arenaeus cribrarius</i>	Pinheiro & Fransozo (1994)	Ubatuba, Brasil	23° 29' S	sazonal-continua				
	Presente estudo	Ubatuba, Brasil	23° 30' S	sazonal-continua				
<i>Callinectes arcuatus</i>	Paul (1982)	Huizake-Caimanero Lagoon, México	22° 48' N	descontinua				
<i>Callinectes danae</i>	Pita <i>et al.</i> (1985)	Santos, Brasil	24° 00' S	sazonal-continua				
	Branco <i>et al.</i> (1992)	Lagoa da Conceição, Brasil	27° 35' S	sazonal-continua				
<i>Callinectes sapidus</i>	Dudley & Judy (1971)	Beaufort Inlet, EUA	34° 43' N	descontinua				
<i>Callinectes toxotes</i>	Paul (1982)	Huizake-Caimanero Lagoon, México	22° 48' N	descontinua				
<i>Carcinus maenas</i>	Broekhuysen (1936)	Den Helder, Holanda	52° 54' N	descontinua				
<i>Charybdis natator</i>	Sumpton (1990)	Moreton Bay, Austrália	27° 00' S	sazonal-continua				
<i>Liocarcinus puber</i>	Choy (1988)	Gower Peninsula, Inglaterra	51° 33' N	descontinua				
<i>Liocarcinus depurator</i>	Mori & Zunino (1987)	Golfo de Gênova, Itália	44° 19' N	sazonal-continua				
	Fernandéz <i>et al.</i> (1991)	Ría de Arousa, Espanha	41° 28' N	sazonal-continua				
<i>Liocarcinus holsatus</i>	Choy (1988)	Gower Peninsula, Inglaterra	51° 33' N	sazonal-continua				
<i>Macropipus tuberculatus</i>	Mori (1987)	Golfo de Gênova, Itália	44° 18' N	descontinua				
	Abelló (1989)	Barcelona, Espanha	41° 50' N	descontinua				
<i>Macropipus puber</i>	González-Gurriarán (1985)	Ría de Arousa, Espanha	42° 18' N	sazonal-continua				
<i>Ovalipes punctatus</i>	Du Preez & McLachlan (1984)	Port Elizabeth, África do Sul	34° 00' S	sazonal-continua				
<i>Ovalipes catharus</i>	Armstrong (1988)	Blueskin Bay, Nova Zelândia	45° 52' S	descontinua				
<i>Portunus pelagicus</i>	Pillay & Nair (1971)	Cochin Backwaters, Índia	9° 58' N	sazonal-continua				
	Campbell & Fielder (1986)	Moreton Bay, Austrália	27° 00' S	sazonal-continua				
	Ingles & Braum (1989)	Ragay Gulf, Filipinas	13° 30' N	sazonal-continua				
	Batoy <i>et al.</i> (1989)	Ormoc, Filipinas	11° 00' N	continua				
<i>Portunus sanguinolentus</i>	Campbell & Fielder (1986)	Moreton Bay, Austrália	27° 00' S	descontinua				
<i>Portunus spinimanus</i>	Santos (1994)	Ubatuba, SP, Brasil	23° 30' S	sazonal-continua				
<i>Scylla serrata</i>	Prasad & Neelakantan (1989)	Karwar, Índia	14° 50' N	sazonal-continua				
	Hill (1975)	Kleinmond Estuary, África do Sul	34° 36' S	sazonal-continua				

(1) A coloração dos blocos em cada estação do ano (V = verão; O = outono; I = inverno; P = primavera) está representada de acordo com a intensidade reprodutiva (cinza escuro = maior intensidade; cinza claro = menor intensidade; branco = inexistência de fêmeas ovígeras e/ou fêmeas com gônadas maduras).

IV.7 - Referências bibliográficas

- ABELLÓ, P. 1989. Reproductive biology of *Macropipus tuberculatus* (Roux, 1830) (Brachyura: Portunidae) in the northwestern mediterranean. *Ophelia*, 30(1): 47-53.
- ADAMS, A.E. & PAUL, A.J. 1993. Male parent size sperm storage and egg production in the crab *Chionoecetes bairdi* (Decapoda, Majidae). *Int. J. Invertebr. Reprod.*, 6: 181-187.
- ADIYODI, R.G. 1985. Reproduction and its control, 147-215. In: BLISS, D.E. (ed.) **The Biology of Crustacea. Integument, Pigments, and Hormonal Processes**. New York, Academic Press, inc. V. 9, 550 p.
- ADIYODI, K.G. & ADIYODI, R.G. 1970. Endocrine control of reproduction in decapod Crustacea. *Biol. Rev.*, 45: 121-165.
- ANDERSON, W.D.; DIAS, J.K.; DIAS, R.K.; CUPKA, D.M. & CHAMBERLAIN, N.A. 1977. The macrofauna of the surf zone off Folly Beach, South Carolina. *NOAA Tech. Rep. NMFS/SSRF*, 704: 1-23.
- ARCHAMBAULT, E.L.; WENNER, E.L. & WHITAKER, J.D. 1990. Life history and abundance of blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, at Charleston Harbor, South Carolina. *Bull. Mar. Sci.*, 46(1): 145-158.
- ARMSTRONG, J.H. 1988. Reproduction in the paddle crab *Ovalipes catharus* (Decapoda: Portunidae) from Blueskin Bay, Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 22: 529-536.
- ARRIOLA, F.J. 1940. A preliminary study of the life history of *Scylla serrata* (Forsk.) *Philippine Journal of Science*, 73(4): 437-455 + 3 Pl.
- BATOY, C.B.; SARMAGO, J.F. & PILAPIL, B.C. 1987. Breeding season, sexual maturity and fecundity of the blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) in selected coastal waters in Leyte and vicinity, Philippines. *Ann. Trop. Res.*, 9: 157-177.

- BAWAB, F.M. & EL-SHERIEF, S.S. 1988. Stages of the reproductive cycle of the female crab *Portunus pelagicus* (L., 1758) based on the anatomical changes of the spermatheca (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Crustaceana*, 54(2): 139-148.
- BENINGER, P.G.; ELNER, R.W. & POUSSART, Y. 1991. Gonopods of the majid crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius). *Journ. Crust. Biol.*, 11(2): 217-228.
- BENINGER, P.G.; ELNER, R.W.; FOYLE, T.P. & ODENSE, P.H. 1988. Functional anatomy of the male reproductive system and the female spermatheca in the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) (Decapoda: Majidae) and a hypothesis for fertilization. *Journ. Crust. Biol.*, 8(3): 322-332.
- BOOLOOTIAN, R.A. 1965. Aspects of reproductive biology in the striped shore crab *Pachygrapsus crassipes*. *Bull. South Calif. Acad. Sci.*, 64: 43-49.
- BOOLOOTIAN, R.A.; GIESE, A.C.; FARMANFARMAIAN, A. & TUCKER, J. 1959. Reproductive cycles of five west coast crabs. *Physiol. Zool.*, 32(4): 213-220.
- BOVBJERG, R.V. 1960. Courtship behavior of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes* Randall. *Pacific Science*, 14(4): 421-422.
- BRANCO, J.O. 1991. **Estudo populacional de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 104 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- BRANCO, J.O.; PORTO-FILHO, E. & THIVES, A. 1990. Estrutura das populações, abundância e distribuição dentro de espécies integrantes da família Portunidae (Crustacea, Decapoda), na Lagoa da Conceição e área adjacente, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira (ACIESP), Águas de Lindóia, SP*, 2: 294-300.
- BRANCO, J.O.; LUNARDON, M.J.; AVILA, M.G. & MIGUEZ, C.F. 1992. Interação entre fator de condição e índice gonadossomático como indicadores do período de desova em *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis,

Santa Catarina, Brasil. *Revta. bras. Zool.*, 9(3/4): 175-180.

BROEKHUYSEN, G.J., Jr. 1936. On development, growth and distribution of *Carcinides maenas* (L.). *Archives, Neerlandaise de Zoologie*, 2: 257-399.

BROEKHUYSEN, G.J., Jr. 1941. The life-history of *Cyclograpsus punctatus*, M. Edw.: Breeding and Growth. *Trans. Roy. Soc. S. Africa*, 28: 331-366.

CAMPBELL, A. & EAGLES, M.D. 1983. Size at maturity and fecundity of rock crabs, *Cancer irroratus*, from the Bay of Fundy and southwestern Nova Scotia. *Fish. Bull.*, 81(2): 357-362.

CAMPBELL, G.R. & FIELDER, D.R. 1986. Size at sexual maturity and occurrence of ovigerous females in three species of commercially exploited portunid crabs in S.E. Queensland. *Proc. R. Soc. Qd.*, 97: 79-87.

CAMPBELL, G.R. & FIELDER, D.R. 1988. Egg extrusion and egg development in three species of commercially important portunid crabs from S.E. Queensland. *Proc. R. Soc. Qd.*, 99: 93-100.

CARLISLE, D.B. 1957. On the hormonal inhibition of moulting in decapod crustacea. II. The terminal anecdyis in crabs. *J. Mar. Biol.*, 36: 291-307.

CHEUNG, T.S. 1969. The environmental and hormonal control of growth and reproduction in the adult female stone crab, *Menippe mercenaria*. *Biol. Bull.*, 136: 327-346.

CHOY, S.C. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. *Mar. Ecol.*, 9(3): 227-241.

CHRISTY, J.H. & SALMON, M. 1984. Ecology and evolution of mating systems of fiddler crabs (genus *Uca*). *Biol. Rev.*, 59: 483-509.

CHURCHILL, E.P. 1919. Life history of the blue crab. *Bull. U.S. Bur. Fish.*, 36: 93-128

- CONAN, G.Y. & COMEAU, M. 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoectes opilio*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43(9): 1710-1719.
- CONDE, J.E. & DÍAZ, H. 1989. The mangrove tree crab *Aratus pisonii* in a Tropical Estuarine Coastal Lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 28: 639-650.
- COSTA, T.M. 1995. **Ciclo reprodutivo de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região de Ubatuba (SP)**. IB - UNESP Campus de Botucatu - Botucatu, SP, 94 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- COSTLOW, J.D., Jr. & BOOKHOUT, C.G. 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Biol. Bull.*, 116(3): 373-396.
- DAVIDSON, K.; ROFF, J.C. & ELNER, R.W. 1985. Morphological, eletrophoretic, and fecundity characteristics of Atlantic snow crab, *Chionoectes opilio*, and implications for fisheries management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 474-482.
- DE VRIES, M.C. & FORWARD, R.B., Jr. 1989. Rhythms in larval release of the sublittoral crab *Neopanope sayi* and the supralittoral crab *Sesarma cinereum* (Decapoda: Brachyura). *Mar. Biol.*, 100: 241-248.
- DIESEL, R. 1989. Structure and function of the reproductive system of the symbiotic spider crab *Inachus phalangium* (Decapoda: Majidae): Observations on sperm transfer, sperm storage, and spawning. *Journ. Crust. Biol.*, 9(2): 266-277.
- DONALDSON, W.E. & ADAMS, A.E. 1989. Ethogram of behavior with emphasis on mating for the tanner crab *Chionoectes bairdi* Rathbun. *Journ. Crust. Biol.*, 9(1): 37-53.
- DRACH, P. & TCHERNIGOVITZEFF, C. 1967. Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. *Vie et Milieu*, 18(3A): 595-610.
- DUDLEY, D.L. & JUDY, M.H. 1971. Occurrence of larval, juvenile, and mature crabs in the vicinity of Beaufort Inlet, North Carolina. *NOAA Technical Report*, 637: 1-10.

- DUPREEZ, H.H. & MCLACHLAN, A. 1984. Biology of the three spot swimming crab *Ovalipes punctatus* (De Haan) III. Reproduction, fecundity and egg development. *Crustaceana*, 47(3): 285-297.
- ENNIS, G.P.; HOOPER, R.G. & TAYLOR, D.M. 1988. Functional maturity in small male snow crabs (*Chionoecetes opilio*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45(12): 2106-2109.
- ERDMAN, R.B. & BLAKE, N.J. 1988. Reproductive ecology of female golden crabs, *Geryon fenneri* Manning & Holthuis, from southeastern Florida. *J. Crust. Biol.*, 8(3): 392-400.
- FERNÁNDEZ, L.; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. & FREIRE, J. 1991. Population biology of *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae) in mussel raft culture areas in the Ría de Arousa (Galicia, NW Spain). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 71(2): 375-390.
- FLORES, A.A.V. 1993. **Estratégia reprodutiva de *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), na região de Ubatuba (SP).** Instituto de Biociências - UNESP Campus de Botucatu - Botucatu, SP, 47p. (*Monografia de Bacharelado*)
- FRANZOZO, A. & HEBLING, N.J. 1982. Desenvolvimento pós-embriônico de *Mithrax hispidus* (Herbst, 1790) (Decapoda, Majidae) em laboratório. *Cienc. Cult.*, 34(3): 385-395.
- FRANZOZO, A.; NEGREIROS-FRANZOZO, M.L.; MANTELATTO, F.L.M. & SANTOS, S. 1992. Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda) do sublitoral não consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba (SP). *Rev. Bras. Biol.*, 52(4): 667-675.
- GIESE, A.C. 1959. Annual reproductive cycles of marine invertebrates. *Ann. Rev. Physiol.*, 21: 547-576.
- GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. 1985. Reproducción de la nécora *Macropipus puber* (L.) (Decapoda, Brachyura), y ciclo reproductivo en la Ría de Arousa (Galicia, NW España). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 2(1): 10-32.
- GOODMAN, L.A. 1964. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial

populations. *Ann. Mathemat. Statist.*, 35(2): 716-725.

GOODMAN, L.A. 1965. On simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, 7: 247-254.

GOY, J.W.; MORGAN, S.G. & COSTLOW, J.D., Jr. 1985. Studies on the reproductive biology of the mud crab, *Rhithropanopeus harrisi* (Gould): Induction of spawning during the non-breeding season (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 49(1): 84-87.

HAEFNER, P.A., Jr. 1976. Distribution, reproduction and moulting of the rock crab, *Cancer irroratus* Say, 1917, in the Mid-Atlantic Bight. *J. Nat. Hist.*, 10: 377-397.

HAEFNER, P.A., Jr. 1977. Reproductive biology of the female deep-sea red crab, *Geryon quinquedens*, from the Chesapeake Bight. *Fish. Bull.*, 75(1): 91-102.

HAEFNER, P.A., Jr. 1985. The biology and exploration of crabs, 111-166. In: PROVENZANO, A.J., Jr., (ed.), **The Biology of Crustacea. Economic aspects: Fisheries and Culture.** New York, Academic Press, inc. V. 10, 331 p.

HALEY, S.R. 1972. Reproductive cycling in the ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 23(1): 1-11.

HANKIN, D.G.; DIAMOND, N.; MOHR, M.S. & IANELLI, J. 1989. Growth and reproductive dynamics of adult female dungeness crabs (*Cancer magister*) in Northern California. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 46: 94-104.

HARTNOLL, R.G. 1965. The biology of spider crabs: A comparison of british and jamaican species. *Crustaceana*, 9: 1-16.

HARTNOLL, R.G. 1969. Mating in the Brachyura. *Crustaceana*, 16: 161-181.

HARTNOLL, R.G. & GOULD, P. 1988. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production, 1-9. In: FINCHAM, A.A. & RAINBOW, P.S. (ed.) **Aspects of Decapod**

Crustacean Biology. Oxford, Clarendon Press, 365 p.

- HAVENS, K.J. & McCONAUGHA, J.R. 1990. Molting in the mature female blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. *Bull. Mar. Sci.*, 46(1): 37-47.
- HAYNES, E.; KARIEN, J.K. WATSON, J. & HOPSON, D.J. 1976. Relations of Number of eggs and egg length to carapace width in the brachyuran crabs *Chionoecetes bairdi* and *C. opilio* from the southeastern Bering Sea and *C. opilio* from the Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 2592-2595.
- HEASMAN, M.P.; FIELDER, D.R. & SHEPHERD, R.K. 1985. Mating and spawning in the mudcrab *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapoda: Portunidae), in Moreton Bay, Queensland. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 36: 773-783.
- HENMI, Y. 1989. Life-history patterns in two forms of *Macrophthalmus japonicus* (Crustacea: Brachyura). *Mar. Biol.*, 101: 53-60.
- HILL, B.J. 1975. Abundance, breeding and growth of the crab *Scylla serrata* in two South African estuaries. *Mar. Biol.*, 32: 119-126.
- HINES, A.H. 1991. Fecundity and reproductive output in nine species of *Cancer* crabs (Crustacea, Brachyura, Cancridae). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48(2): 267-275.
- HINSCH, G. W. 1988. Morphology of the reproductive tract and seasonality of reproduction in the golden crab *Geryon fenneri* from the eastern Gulf of Mexico. *Journ. Crust. Biol.*, 8(2): 254-261.
- HOESTLAND, H. 1948. Recherches sur la biologie de l'*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards (Crustacé, Brachyoure). *Annales de l'Institut Océanographique*, 24: 1-116
- INGLES, J.A. & BRAUM, E. 1989. Reproduction and larval ecology of the blue swimming crab *Portunus pelagicus* in Ragay Gulf, Philippines. *Inv. Revue Ges. Hydrobiol.*, 74(5): 471-490.

- JENSEN, G.C. & ARMSTRONG, D.A. 1989. Biennial reproductive cycle of blue king crab, *Paralithodes platypus*, at the Pribilof islands, Alaska and comparison to a congener, *P. camtschatica*. *Can. Journ. Fish. Aquat. Sci.*, 46: 932-940.
- JOHNSON, P.T. 1980. **Histology of the blue crab *Callinectes sapidus*: A model for the Decapoda**. Praeger Scientific Publishing Co., New York, 440 p.
- JONES, M.B. 1980. Reproductive ecology of the estuarine burrowing mud crab *Helice crassa* (Grapsidae). *Estuarine and Coastal Marine Science*, 11: 433-443.
- KNUDSEN, J.W. 1960. Reproduction, life history, and larval ecology of the California Xanthidae, the pebble crabs. *Pacif. Sci.*, 14(1): 3-17.
- KNUDSEN, J.W. 1964. Observations of the reproductive cycles and ecology of the common Brachyura and crablike Anomura of Puget Sound, Washington. *Pac. Sci.*, 18(1): 3-33.
- LAUBIER-BONICHON, A. 1978. Ecophysiologie de la reproduction chez la crevette *Penaeus japonicus*. Trois années d'expérience en milieu contrôlé. *Oceanol. Acta*, 1: 135-150.
- LINDLEY, J.A. 1990. Regressions for estimating development times of the pelagic larvae of Paguridae and Porcellanidae. *Journal of Plankton Research*, 12(3): 673-678.
- LITTLE, G. 1968. Induced winter breeding and larval development in the shrimp, *Palaemonetes pugio* Holthuis (Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, (Suppl. 2): 19-26.
- LOWE, M.E. 1961. The female reproductive cycle of the crayfish *Cambarellus shufeldti*. The influence of environmental factors. *Tulane Stud. Zool.*, 8(6): 157-176.
- MANTELATTO, F.L.M. 1991. **Distribuição e Crescimento Relativo de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP**. Universidade Estadual Paulista (UNESP) - IB - "Campus" de Botucatu, 138 p. (Dissertação de Mestrado)

- MANTELATTO, F.L.M. 1995. **Biologia Reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil.** Instituto de Biociências - UNESP Campus de Botucatu - Botucatu, SP, 147 p. (*Tese de Doutorado*)
- MELO, G.A.S. 1985. **Taxonomia e padrões distribucionais e ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do litoral sudeste do Brasil.** MZUSP. 215 p. + 32 Figs. + XXVII Tabs. (*Tese de Doutorado*)
- MELO, G.A.S.; VELOSO, V.G. & OLIVEIRA, M.O. 1989. A fauna de Brachyura (Crustacea, Decapoda) do litoral do Estado do Paraná. Lista preliminar. *Nerítica*, 4(1/2): 1-31.
- MEUSY, J.-J. & PAYEN, G.G. 1988. Female reproduction in Malacostracan Crustacea. *Zoological Sciences*, 5: 217-265.
- MORGAN, S.G.; GOY, J.W. & COSTLOW, J.D., Jr. 1983. Multiple ovipositions from single matings in the mud crab *Rhithropanopeus harrisi*. *Journ. Crust. Biol.*, 3(4): 542-547.
- MORI, M. 1987. Observations on reproductive biology, and diet of *Macropipus tuberculatus* (Roux) of the Ligurian Sea. *Inv. Pesq.*, 51(Supl. 1): 147-152.
- MORI, M. & ZUNINO, P. 1987. Aspects of the biology of *Liocarcinus depurator* (L.) in the Ligurian Sea. *Inv. Pesq.*, 51(Supl. 1): 135-145.
- NAGABHUSHANAM, R. & FAROOQUI, U.M. 1981. Photoperiodic stimulation of ovary and testis in the immature marine crab, *Scylla serrata* Forskal. *Indian J. Mar. Sci.*, 10: 396-398.
- NAKAGAKI, J.M. 1994. **Biologia de Penaeoidea (Crustacea, Decapoda) em Ubatuba (SP).** Instituto de Biociências - UNESP Campus de Botucatu - Botucatu, SP, 76 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. 1991. Larval stages of *Epialtus brasiliensis* Dana, 1852 (Crustacea, Decapoda) reared in the laboratory, with notes on characters of the Majidae subfamilies. *Crustaceana*, 60(2): 200-212.

- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. (no prelo). On the distribution of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza Bay, Ubatuba, Brazil. *Iheringia*.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F.L.M.; NAKAGAKI, J.M. & SPILBORGHES, M.C.F. 1992. Fecundity of *Paguristes tortugae* Schmitt, 1933 (Crustacea, Decapoda, Anomura) in Ubatuba (SP), Brazil. *Revta. bras. Biol.*, 52(4): 547-553.
- O'HALLORAN, M.J. & O'DOR, R.K. 1988. Molt cycle of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, from observations of external features, setal changes, and feeding behavior. *J. Crust. Biol.*, 8(2): 164-176.
- OLMI III, E.J. 1984. An adult female blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun (Decapoda, Portunidae), in proecdysis. *Crustaceana*, 46(1): 107-109.
- ORENSÁZ, J.M. & GALLUCCI, V.F. 1988. Comparative study of postlarval life-history schedules in four sympatric species of *Cancer* (Decapoda: Brachyura: Cancridae). *Journ. Crust. Biol.*, 8(2): 187-220. X
- ORTON, J.H. 1920. Sea-temperature, breeding and distribution in marine animals. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 12: 339-366.
- PAUL, R.K.G. 1982. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in a lagoon system on the mexican pacific coast. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 14: 13-26.
- PAYEN, G.G. 1980-81. Aspects fondamentaux de l'endocrinologie de la reproduction chez les crustacés marins. *Oceanis*, 6(3): 309-339.
- PILLAY, K.H. & NAIR, N.B. 1971. The annual reproductive cycles of *Uca annulipes*, *Portunus pelagicus* and *Metapenaeus affinis* (Decapoda, Crustacea) from the South-west coast of India. *Mar. Biol.*, 11: 152-166.

- PILLAY, K.K. & ONO, Y. 1978. The breeding cycles of two species of grapsid crabs (Crustacea: Decapoda) from the North Coast of Kyushu, Japan. *Mar. Biol.*, 45: 237-248.
- PINHEIRO, M.A.A. 1991. Distribuição e biologia populacional de *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. Universidade Estadual Paulista (UNESP) - IB - Campus de Botucatu, 175 p. (Dissertação de Mestrado)
- PINHEIRO, M.A.A. 1993. Comportamento copulatório de *Panopeus rugosus* A.M. Edwards, 1880 (Crustacea, Brachyura, Xanthidae) em cativeiro. *Biotemas*, 6(1): 115-120.
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. 1994. Dinâmica reprodutiva do siri chita *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Resumos do II Congresso de Ecologia do Brasil, Londrina, PR*: 399.
- PINHEIRO, M.A.A. & FRANSOZO, A. (no prelo). Fecundidade de *Pachycheles haigae* Rodrigues da Costa, 1960 (Crustacea, Anomura, Porcellanidae) em Ubatuba (SP), Brasil. *Revta. bras. Biol.*, 55(4).
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1992. Dimensionamento e sobreposição de nichos ecológicos dos portunídeos (Crustacea, Decapoda, Brachyura), da Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Resumos do II Congresso Latino-Americano de Ecologia / I Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG*: 439-440.
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1994. Estimativa da duração larval em função da temperatura para a Família Majidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *B. Inst. Pesca*, 21(único): 75-81.
- PINHEIRO, M.A.A.; FRANSOZO, A. & NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. (no prelo). Distribution patterns of *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Portunidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Revta. bras. Biol.*
- PITA, J.B.; RODRIGUES, E.S.; GRAÇA-LOPES, R. da & COELHO, J.A.P. 1985. Observações

- bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo Baía-Estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. *B. Inst. Pesca*, 12(4): 35-43.
- PRASAD, P.N. & NEELAKANTAN, B. 1989. Maturity and breeding of the mud crab, *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapoda: Brachyura: Portunidae). *Proc. Indian Acad. Sci. (Anim. Sci.)*, 98(5): 341-349.
- REIGADA, A.L.D. 1994. **Ciclo reprodutivo de *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Calappidae) na região de Ubatuba (SP)**. Instituto de Biociências - UNESP Campus de Botucatu - Botucatu, SP, 96 p. (*Dissertação de Mestrado*)
- RICE, P.R. & ARMITAGE, K.B. 1974. The influence of photoperiod on processes associated with molting and reproduction in the crayfish *Orconectes nais* (Faxon). *Comp. Biochem. Physiol.*, 47: 243-259.
- RYAN, E.P. 1967 a. Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). I. Male System. *Proc. Symp. Crustacea, 1965, Ser II, Part 2*: 506-521 + III Pl.
- RYAN, E.P. 1967 b. Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). II. Female System. *Proc. Symp. Crustacea, 1965, Ser II, Part 2*: 522-544 + III Pl.
- SAIGUSA, M. 1992. Phase shift of a tidal rhythm by light-dark cycles in the semi-terrestrial crab *Sesarma pictum*. *Biol. Bull.*, 182: 257-264.
- SAINT-MARIE, B. 1993. Reproductive cycle and fecundity of primiparous and multiparous female snow crab, *Chionoectes opilio*, in the Northwest Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50(10): 2147-2156.
- SANDOZ, M. & ROGERS, R. 1944. The effect of environmental factors on hatching, moulting, and survival of zoea larvae of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. *Ecology*, 25(2): 216-228.

- SANTOS, S. 1994. **Biologia Reprodutiva de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP)**. Instituto de Biociências, UNESP Campus de Botucatu, SP, 158 p. (*Tese de Doutorado*)
- SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. & FRANZOZO, A. 1994. The distribution of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae), in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brasil. *Atlântica*, 16: 125-141.
- SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. & FRANZOZO, A. (*no prelo*). Estructura poblacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) en la ensenada de la Fortaleza, Ubatuba (SP), Brasil. *Rev. Investig. Marinas*.
- SARDÁ, F. 1991. Reproduction and moult synchronism in *Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda, Nephropidae) in the western Mediterranean: Is spawning annual or Biennial? *Crustaceana*, 60(2): 186-199.
- SARTOR, S.M. 1989. **Composição e distribuição dos Brachyura (Crustacea, Decapoda), no litoral norte do Estado de São Paulo**. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP) - São Paulo, SP, 197 p. (*Tese de Doutorado*)
- SASTRY, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction, 179-270. In: VERNBERG, F.J. & VERNBERG, W.B. (ed.), **The Biology of Crustacea. Environmental adaptations**. New York, Academic Press, inc. V. 8, 383 p.
- SATHER, B.T. 1966. Observations on the molt cycle and growth of the crab, *Podophthalmus vigil* (Fabricius) (Decapoda, Portunidae). *Crustaceana*, 11: 185-197.
- SCHEMY, R. de A. 1980. **Aspectos da biologia de *Callinectes danae* (Smith, 1869) da região de Santos, São Paulo**. Universidade de São Paulo (USP) - IB - São Paulo, SP, 43 p. + XXII Tabs. + XIX Figs. (*Dissertação de Mestrado*)
- SEGERSTRALE, S.G. 1970. Light control of the reproductive cycle of *Pontoporeia affinis* Lindstrom (Crustacea, Amphipoda). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 5: 272-275.

- SEIPLE, W. 1979. Distribution, habitat preferences and breeding periods in the crustaceans *Sesarma cinereum* and *S. reticulatum* (Brachyura: Decapoda: Grapsidae). *Mar. Biol.*, 52: 77-86
- SELLERS, W.D. 1965. **Physical climatology**. The University of Chicago Press, Chicago, 272 p.
- SPALDING, J.F. 1942. The nature and formation of the spermatophore and sperm plug in *Carcinus maenas*. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 83: 399-422 + 1 Pl.
- STEELE, V.J.; STEELE, D.H. & MACPHERSON, B.R. 1977. The effect of photoperiod on the reproductive cycle of *Gammarus setosus* Dementieva, 1931. *Crustaceana*, 4: 58-63.
- STUCK, K.C. & TRUESDALE, F.M. 1988. Larval development of the speckled swimming crab, *Arenaeus cribrarius* (Decapoda: Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. *Bull. Mar. Sci.*, 42(1): 101-132.
- SUMPTON, W. 1990. Biology of the rock crab *Charybdis natator* (Herbst) (Brachyura: Portunidae). *Bull. Mar. Sci.*, 46(2): 425-431.
- SWARTZ, R.C. 1976. Agonistic and sexual behavior of the Xanthid crab, *Neopanope sayi*. *Chesapeake Science*, 17(1): 24-34.
- SWARTZ, R.C. 1978. Reproductive and molt cycles in the xanthid crab *Neopanope sayi* (Smith, 1869). *Crustaceana*, 34(1): 15-32.
- TEISSIER, G. 1935. Croissance des variants sexuelles chez *Maia squinado* (L.) *Trav. Sta. biol. Roscoff*, (13): 93-130.
- TOMIKAWA N. & WATANABE, S. 1992. Reproductive ecology of the xanthid crab *Eriphia smithii* Mcleay. *Journ. Crust. Biol.*, 12(1): 57-67.
- TRAVIS, D.F. 1954. The moulting cycle in the spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille. I. Molting

and growth in laboratory maintained individuals. *Biol. Bull.*, 107: 433-450.

UMA, K. & SUBRAMONIAN, T. 1979. Histochemical characteristics of spermatophore layers of *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapoda: Portunidae). *International Journal of Invertebrate Reproduction*, 1: 31-40.

VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C. & LOBÃO, V.L. 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguapé (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Revta. Bras. Biol.*, 6(1): 9-15.

VAN ENGEL, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part 1 - Reproduction, early development, growth, and migration. *Commercial Fisheries Review*, 20(6): 6-17.

VANIN, A.M.S.P. 1989. **Estrutura e dinâmica da megafauna bêntica na Plataforma continental da região norte do Estado de São Paulo, Brasil.** Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP), São Paulo, SP, 172 p. (*Tese de Livre Docência*)

VAREJÃO-SILVA, M.A. & CEBALLOS, J.C. 1982. **Meteorologia Geral I.** UFPb-CNPq (Coleção Politécnica 2), Campina Grande, 63p.

YAMAOKA, L.H. & SCHEER, B.T. 1970. Chemistry of growth and development in crustaceans, 321-341. In: FLORKIN, M. & SCHEER, B.T. (ed.), **Chemical Zoology. Arthropoda Part A.** New York, Academic Press, inc. V. 5.

WARNER, G.F. 1977. **The Biology of Crabs.** Elek Science London. 202 p.

WATSON, J. 1970. Maturity, mating, and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27: 1607-1616.

WEAR, R.G. 1974. Incubation in British Decapod Crustacea, and the effects of temperature on the rate and success of embryonic development. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 54: 745-762.

WENNER, A.M.; FUSARO, C. & OATEN, A. 1974. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. *Can. J. Zool.*, 52: 1095-1106.

WILLIAMS, A.B. 1984. **Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida**. Washington, DC, Smithsonian Institution Press. XVIII + 550 p.

WILLIAMS, M.J. & HILL, B.J. 1982. Factors influencing pot catches and population estimates of the portunid crab *Scylla serrata*. *Mar. Biol.*, 71: 187-192.

CAPÍTULO V

Considerações finais

O ciclo reprodutivo de qualquer espécie de crustáceo envolve uma série de padrões adaptativos oriundos de pressões de origem exógena e endógena, cuja dinâmica é dirigida no sentido de maximizar a sobrevivência da prole e garantir a preservação da espécie.

No que se refere à cópula dos braquiúros, o padrão verificado para espécies exclusivamente aquáticas, como é o caso dos portunídeos e cancrídeos, sofre restrição do fenômeno de muda por ocorrer somente enquanto a fêmea se encontra em pós-muda. Além disso, pelo fato destes animais apresentarem uma maior diversidade e duração dos comportamentos reprodutivos, bem como sinais estímulos de maior complexidade (por exemplo, feromonais), estes podem ser considerados mais primitivos quando comparados àqueles de habitat semi-terrestre. Isto é dito tendo em vista que, nestas últimas, a cópula se processa quando ambos os parceiros se encontram em intermuda, necessitando de sinais-estímulos mais simples (por exemplo, visual e tátil), além de se verificar uma redução substancial em sua duração.

A análise etológica da reprodução faz-se de suma importância principalmente quando a cronologia dos eventos é abordada, permitindo-se fazer previsões e extrapolações sobre o período de exteriorização dos ovos e eclosão das larvas, auxiliando na elaboração do ciclo reprodutivo de

uma espécie.

Outro tópico de suma importância é o estudo da maturidade sexual, pois é por seu intermédio que se torna possível o estabelecimento de um tamanho mínimo de captura, possibilitando-se, dessa forma, um controle mais eficaz das populações naturais que se encontram sujeitas à pesca. Além disso, a estimativa desse tamanho para ambos os sexos apresenta importância biológica no estudo da reprodução, haja visto que a atração sexual e a formação de casais se processam preferencialmente entre machos de maior porte e fêmeas menores. Tal fato, deve-se principalmente ao retardamento da maturidade funcional dos machos frente ao sexo oposto, podendo ser considerado um caráter adaptativo que visa favorecer a sustentação e guarda da fêmea, bem como os gastos energéticos advindos destes comportamentos. Por este motivo os machos de *A. cribrarius* se encontram morfo-fisiologicamente maduros durante a cópula, enquanto as fêmeas encontram-se apenas morfológicamente maduras devido à regressão gonadal em decorrência do fenômeno de muda.

A reduzida variação térmica e de fotoperíodo características da região intertropical possibilita às fêmeas de *A. cribrarius* sofrerem muda e serem copuladas principalmente durante o outono, plasticidade biológica esta que possibilita um melhor aproveitamento das temperaturas mais elevadas para a maturação gonadal e subsequente desova durante o verão. Espécies de regiões temperadas geralmente a fazem nos meses mais quentes devido à restrição térmica sobre o fenômeno de muda e cópula que, como já dito anteriormente, são precursores de todo o processo. Outras características peculiares às fêmeas desta espécie, tais como a existência de desovas consecutivas, ausência de ecdise terminal e viabilidade do esperma para mais de um ciclo anual, conferem a este crustáceo uma reprodução contínua e potencial reprodutivo por si só indiscutível.

Com base nos dados obtidos nas análises comportamentais, de maturidade e dinâmica reprodutiva foi possível confeccionar um diagrama hipotético do ciclo reprodutivo do siri *A.*

cribrarius (Fig. 1).

Apesar dos conhecimentos adquiridos sobre a biologia desta espécie, observa-se ainda certos tópicos que ainda necessitam ser elucidados e que trariam substancial colaboração à complementação do seu ciclo de vida. Dentre eles destacam-se:

- **Crescimento populacional** - Favoreceria a obtenção da idade durante os vários instars de desenvolvimento, bem como por ocasião da muda da puberdade e maturidade sexual dos machos e fêmeas;
- **Desenvolvimento juvenil** - Propiciaria conhecer em qual instar juvenil os exemplares podem ser sexados, além de, aliado ao estudo do crescimento populacional, possibilitar projeções na obtenção de determinado instar e sua idade neste momento;
- **Fecundidade** - Conhecimento da variação do número de ovos, sua relação com o tamanho do animal e estimativa do potencial reprodutivo da espécie num ciclo anual;
- **Preferência por fatores abióticos** - Determinação dos limites de tolerância da espécie frente a fatores ambientais ainda não analisados em laboratório, tais como a temperatura, fotoperíodo e granulometria do sedimento, o que forneceria subsídios para explicar a distribuição e periodicidade reprodutiva em ambiente natural;
- **Estudos sinecológicos** - De grande importância na caracterização da afinidade e interação desta espécie com outras de mesmo nível trófico ou com necessidades ambientais similares, principalmente para verificação da hipótese de partição temporal do ambiente.

O porte avantajado que *A. cribrarius* pode atingir e sua relativa facilidade de manutenção em cativeiro, conferem a esta espécie uma possível fonte de recursos propiciando um futuro cultivo. No entanto, para que isto se concretize, são ainda necessários estudos para redução da alta mortalidade larval desta espécie em laboratório, bem como projeções econômicas que forneçam subsídio para a viabilidade destes projetos.

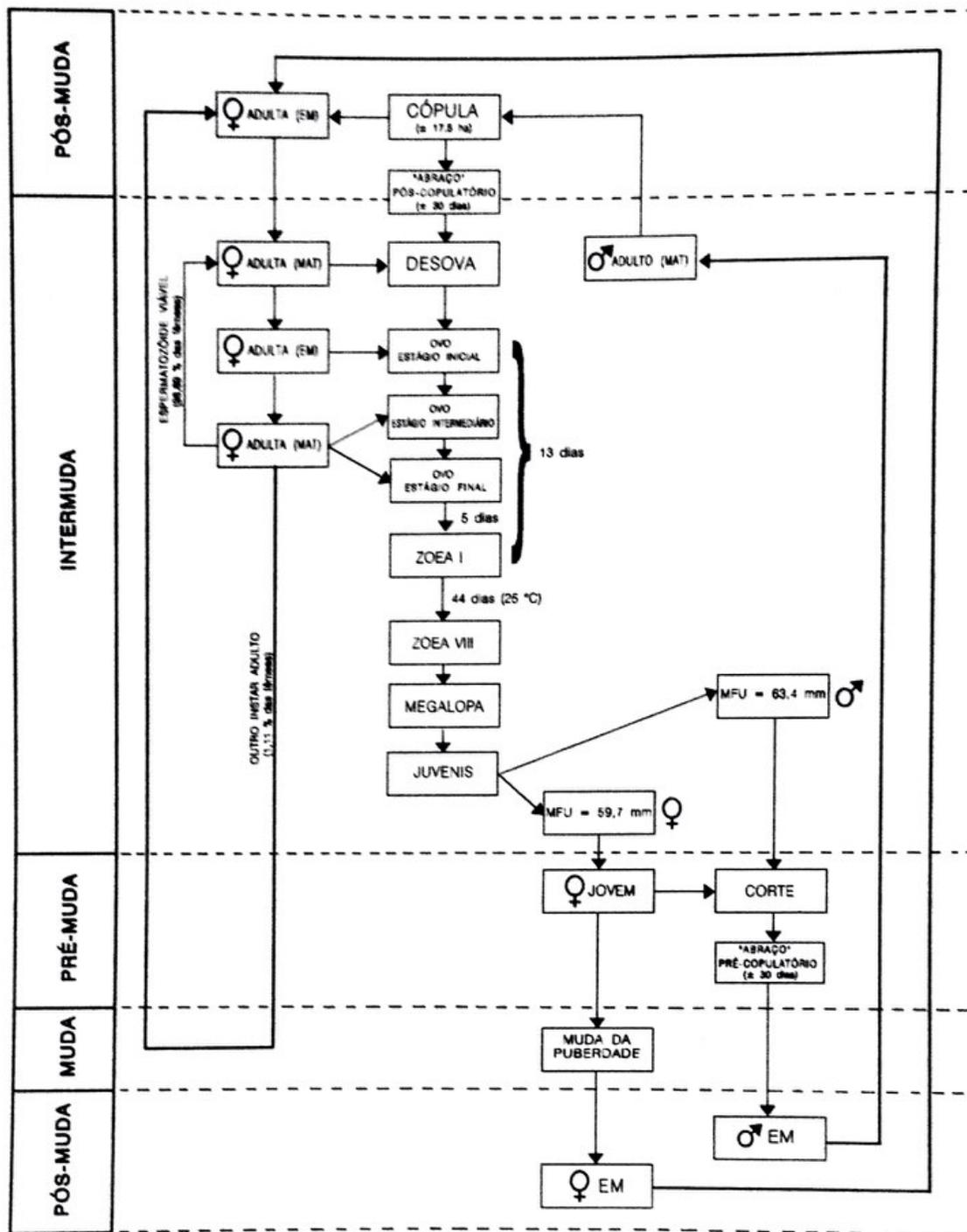


FIGURA 1 - *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818). Esquema hipotético do ciclo reprodutivo da espécie. (EM = gônadas em maturação; MAT = gônadas maduras; MFU = maturidade funcional).

RESUMO

Revisando-se a literatura carcinológica, percebe-se que o estudo da biologia reprodutiva de crustáceos decápodos é ainda insipiente, necessitando um maior número de contribuições que possibilitem seu melhor entendimento. Esta tese tem como objetivos descrever o comportamento reprodutivo, analisar a maturidade sexual e o ciclo reprodutivo do siri *A. cribrarius*, no litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. Os exemplares foram coletados mensalmente durante um período bianual (maio/1991 a abril/1993), com redes de arrasto ("otter-trawl"), no litoral de Ubatuba e posteriormente submetidos à análises etológicas e biológicas (muda, gônadas, repleção da spermateca e desenvolvimento embrionário). As etapas do comportamento reprodutivo foram realizadas em cativeiro, anotando-se, quando possível, sua duração. O tamanho na maturidade morfológica e fisiológica foi comparada para cada sexo, verificando-se uma possível sincronia destes eventos. A delimitação do período reprodutivo foi definida com base na frequência relativa de fêmeas ovígeras e das fêmeas adultas com gônadas maduras durante o período estudado. Verificou-se a associação entre os estágios biológicos, bem como a sazonalidade dos eventos reprodutivos. O comportamento reprodutivo assemelhou-se ao de outras espécies da Família Portunidae já estudadas (machos em intermuda com fêmeas adultas em pós-muda), apesar de verificar-se certo aumento na duração de sua exibição. Para os machos, a maturidade morfológica (LC = 52,00 mm) foi anterior à fisiológica (LC = 63,4 mm), enquanto

para as fêmeas estes mostraram sincronismo ($LC = 59,7$ mm). A época de cópula ocorreu principalmente durante os meses de outono, quando percebe-se uma regressão gonadal nos machos (transferência de espermátóforos) e nas fêmeas (fenômeno de muda). *A. cribrarius* apresentou uma reprodução contínua na região estudada (apesar de mostrar certa sazonalidade relacionada aos meses de verão), o que possivelmente seja decorrente da reduzida variação da temperatura da água em regiões tropicais, bem como pelo fenômeno de desovas consecutivas confirmadas para esta espécie. Além destes fatos, as fêmeas não mostraram ecdise terminal o que sugere um maior tempo de vida e potencial reprodutivo. Os machos não apresentaram um padrão reprodutivo visível, tendo sido registradas grandes frequências mensais de exemplares em intermuda e com gônadas maduras durante todo o período estudado. Os dados obtidos possibilitaram a confecção de um diagrama hipotético do ciclo reprodutivo da espécie.

ABSTRACT

In a review of the literature it has been possible to verify a low number of studies about the reproductive biology of the decapod crustaceans so that contributions are need to better understand this process. This thesis objectives were to describe the reproductive behavior and to analyze the sexual maturity and dynamic of reproduction of swimming crab *A. cribrarius*, from the north coast of São Paulo State, Brazil. Individuals were monthly sampled during a biannual period (May/1991 to April/1993), with otter trawls in Ubatuba littoral and latter sent to ethological and biological analyzes of greater interest (molt, gonads, spermatheca repletion and embryonary development). Stages of reproductive behavior were carried out in captivity and brief notes were registered about their duration when possible. The size on the morphological and physiological maturity were compared in each sex verifying a synchronism of these events. Delimitation of the reproductive period was defined as the relative frequency of ovigerous females and adult females with mature gonads during the studied period. The existence of an association was verified among the biological stages, and the seasonal events of the reproduction. Reproductive behavior was very similar to another species of the Portunidae Family (intermolt males mating with post-molt females) despite an increment duration in the exhibition. For the males the morphological maturity (LC = 42.00 mm) took place prior to the physiological (LC = 63.4 mm), while for the females these shows synchronism (LC = 59.7 mm). Mating

season occurred mainly during autumn months, when it has been possible to verify a gonadal regression in males (spermatophore transference) and females (molt phenomenon). *A. cribrarius* showed a continuous reproduction at the studied region (despite seasonally related to summer months), maybe due to a shorter variation of water temperature in tropical area and, also by consecutive spawn phenomenon confirmed for this species. In spite of these facts the females didn't show a terminal ecdysis that supported a major life time and reproductive potential. The reproductive pattern of males isn't very visible because great month frequencies of intermolt and mature individuals were found during all the studied period. The obtained data will be used to draw a hypothetical reproductive cycle for this species.

ERRATA

Página	Linha	Onde se lê	Leia-se
vii	20	Discussão e conclusões	II.6 - Discussão e conclusões
viii	11	III.6 - Discussão	III.6 - Discussão e conclusões
2	18	... totalizando 12 gêneros ...	... totalizando 10 gêneros ...
2	19	... cerca de 10 gêneros ...	... cerca de 9 gêneros ...
3	7	... (21° S e 34° N) ...	... (21° S e 34° S) ...
22	4	... durante 15 horas ...	... durante 17,5 horas ...
23	3	... average time of 15 hours. ...	... average time of 17.5 hours. ...
33	5	... ao redor do dactilo do quelípodo ...	... ao redor do dedo fixo do própodo quelar ...
34	3 e 4	... casal 1 (...), casal 2 (...), casal 3 (...), casal 4 (...) e casal 5 (...).	... casal 5 (...), casal 1 (...), casal 2 (...), casal 3 (...) e casal 4 (...).
64	20	• Amplitude de Tamanho superior: ...	• Limite de tamanho superior: ...
66	2	... igual ao antilog do ...	... igual ao <i>antilog</i> do ...
73	Legenda Fig. 4	... das gônadas dos machos ...	... das gônadas das fêmeas ...
73	Legenda Fig. 4	... e das fêmeas ...	... e dos machos ...
75	5	$CP = 9,07 \cdot 10^{-2} \cdot LC^{1,27} (...)$	$LA = 9,07 \cdot 10^{-2} \cdot LC^{1,27} (...)$
75	6	$\ln CP = -2,40 + 1,27 \cdot \ln LC (...)$	$\ln LA = -2,40 + 1,27 \cdot \ln LC (...)$
75	8	$CP = 1,67 \cdot 10^{-1} \cdot LC^{1,20} (...)$	$LA = 1,67 \cdot 10^{-1} \cdot LC^{1,20} (...)$
75	9	$\ln CP = -1,79 + 1,20 \cdot \ln LC (...)$	$\ln LA = -1,79 + 1,20 \cdot \ln LC (...)$
88	17	... onde verificou-se que 97,4% ...	... onde verificou-se que 98,8% ...
89	2	... da espécie <i>Portunus pelagicus</i> ...	... da espécie <i>Portunus sanguinolentus</i> ...
97	1, 2 e 3	HAEFNER, P.A., Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of the rock crab, <i>Cancer irroratus</i> Say, 1917, in the mid Atlantic Bight. <i>J. Nat. Hist.</i> , 10: 377-397.	HAEFNER, P.A., Jr. 1990. Morphometry and size at maturity of <i>Callinectes ornatus</i> (Brachyura, Portunidae) in Bermuda. <i>Bull. Mar. Sci.</i> , 46(2): 274-286.
98	21	MAcDIARMID, A.B. Size at ...	MAcDIARMID, A.B. 1989. Size at ...
100	8	... synchronism in <i>Nephrops norvegicus</i>...	... synchronism in <i>Nephrops norvegicus</i> ...
100	21	... del genero <i>Callinectes</i> ...	... del genero <i>Callinectes</i> ...
110	2	... Ubatuba, SP, é de continuo ...	... Ubatuba, SP, é continuo ...
126	Tab III	PRIMAVERA	INVERNO
126	Tab. III	INVERNO	PRIMAVERA
154	3 e 4	... por RYAN (<i>op. cit.</i>) ...	... por RYAN (1967 b) ...